

CLASSIFICATION SECRET/CONTROL US [REDACTED]

OFFICIALS ONLY *Off*

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

REPORT NO. [REDACTED]

**INFORMATION REPORT**

CD NO. [REDACTED]

COUNTRY USSR (Komi ASSR)

DATE DISTR 26 July 1950

SUBJECT Uranium Mining in the Pechora District near  
Ust-Ukhta

NO. OF PAGES 2

PLACE ACQUIRED [REDACTED] 25X1A

NO. OF ENCLS.  
(LISTED BELOW)

DATE OF INFO. [REDACTED]

25X1X SUPPLEMENT TO  
REPORT NO. [REDACTED]*Return to CIA Library*

25X1X

25X1A

Comment: It is known that uranium and thorium deposits were found in 1935 when the crude oil and coal deposits were opened in the headwater regions of the Pechora and Izhma River as far as Vorkuta. However, no detailed information is available on the exact location and on the amount of these deposits.

CLASSIFICATION SECRET/CONTROL US [REDACTED]

OFFICIALS ONLY

STATE	NAVY	NSRB	DISTRIBUTION	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
ARMY	X	AIR	X	FBI	AEC	X		

25X1C

## CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

Previous reports only state that about 20 km northeast of Ust-Ukhta a large power plant and special installations for processing uranium ore have been established. The ground water in crude oil drill holes allegedly registers strong radioactivity at a depth of 750 meters. The three Soviets named in this report are not known.



25X1A

ES

CONFIDENTIAL

Laudo-Hefter

Jahrgang

vom

bis

CONFIDENTIAL

~~CONFIDENTIAL~~

25X1A

AT Laboratoriums -Mitteilung Nr.21  
 Bearbeiter: Hause  
 Für die Richtigkeit: Oribrich

Meßgerätefabrik  
 Tag: 6.1.1950  
 Aktennummer: 3/4650

Comments:

Betrifft: Description of a Method for the Compensation  
 Beschreibung eines Verfahrens zum Abgleich  
 and Control of the Multiplier Transformer <sup>Einheit</sup> Form ML.  
 und zur Kontrolle des Vielfachstromwandlers Form ML.

Contents  
Inhaltsangabe:

Es wird eine absolute Methode zum Prüfen unseres ML.-Präz. Stromwandlers beschrieben. Die notwendigen Berechnungen werden aufgestellt und hergeleitet. Die max. Empfindlichkeit, sowie die verschiedenen Anzeigefehler und ihre Ursachen werden durch Rechnung und Versuch ermittelt und durch Korrektion berücksichtigt. Als Ergebnis der Untersuchung wird die zweckmässigste Prüfschaltung mit ihren besonderen Erfordernissen und genauen elektr. Daten aufgezeichnet und beschrieben.

Anlagen: Schaltbilder 2  
 Graphe 1  
 Kurvenblätter 5  
 Fotos 1  
 Anzahl der Textblätter 35  
 Zahl der Textblätter 35

Distribution: .....  
 Verteilplan: .....

An absolute method for testing our ML precision current-transformer is described. The necessary calculations are set up and performed. Maximum sensitivity and also the various reading errors are indicated. Readings and the causes are determined by computation and experiment; correction of errors is taken into consideration. As a result of our research, the most practical testing-circuit is drawn and described along with its special requirements and exact electrical data.

- 2 -

~~CONFIDENTIAL~~

- 2 -

**ENTAL**  
 In the specification for transformers (VDE 0414/Oct'40), the VDE (Ass'n of German Electrical Engineers) prescribe very strict tolerances and conditions for precision Class-0,2 current transformers, which places special demands on testing devices. [REDACTED] have been compensation and testing. Transformer testing devices especially produced [REDACTED] in various types.

In den Regeln für Wandler VDE 0414/X.40 schreibt der [REDACTED] known for a long time VDE für Präz. Stromwandler der Klasse 0,2 sehr eingehende 25X1A Fehlertoleranzen und Bedingungen vor, deren Einhaltung beim Abgleichen und Prüfen besonderen Anforderungen an den Prüfgeräten unterliegt. Eigens für diesen Zweck hergestellte Wandlerprüfteinrichtungen sind in den verschiedenen Ausführungen seit längerer Zeit bekannt.

Bei unserer Aufnahme der Wandlerfabrikation konnte jedoch keine der letzten bei der AEG angewendeten Prüfmethoden übernommen werden, da der hierzu benötigte Normalwandler nicht zur Verfügung stand. Es wurde daraufhin nach dem Schering-u. Alberti-Prinzip eine absolute Kompensationsmethode entwickelt, die speziell dem Abgleich und der Prüfung des ML Stromwandlers gerecht wird, aber auch in gewissen Grenzen universell zum Prüfen von Stromwandlern herangezogen werden kann. Die Meßgenauigkeit hängt nur von den verwendeten Schaltelementen ab. Nach A.H.M. Arnold I. Instr. Engs. Bd. 68 beträgt die erreichbare Genauigkeit dieser Methode für den Stromfehler 0,1 % und für den Fehlwinkel einige Minuten. Zur sicheren Einhaltung der Klassengenauigkeit des ML - Wandlers, welche für den Stromwandler selbst nur 0,2 % und für den Fehlwinkel 10 min zuläßt, mußte eine bedeutende Verbesserung der Prüfmethode erzwungen werden. Durch graphische Methoden und durch höchste Präzision der einzelnen Schaltelemente mit allen erforderlichen continued

- 3 -

When we resumed manufacture of transformers, we found that none of the testing methods last employed at the AEG could be accepted since the standard transformer necessary for this purpose was not available. Therefore an absolute compensation method was developed according to the Schering-Alberti Principle, which is especially suitable for the testing and compensation of the ML current-transformers, but which can within certain limits be used universally to test current-transformers. The accuracy of measurements depends only upon the circuit elements used. According to A.H.M. Arnold (I. Instr. Engs. Vol. 68) the attainable accuracy of this method amounts to 0.1% for the current error and a few minutes (fractional degrees) for the error angle. In order to maintain securely the 'class' accuracy of ML transformers, which permits only 0.2% for the current-transformer and 10" (minutes) for the error angle, considerable improvement in the method of testing had to be acquired. By means of graphical methods and very high precision of the individual circuit elements, with all necessary corrections made, maximum accuracy was increased to about 0.01% for 100% IN, so that the ML transformer **ENTAL** can be adjusted with certainty to a 'class' accuracy of 0.1, providing of course that the transformer can satisfy electrically and materially the conditions necessary for this purpose. Sufficient information on this will be given in Lab Communication No. 22.

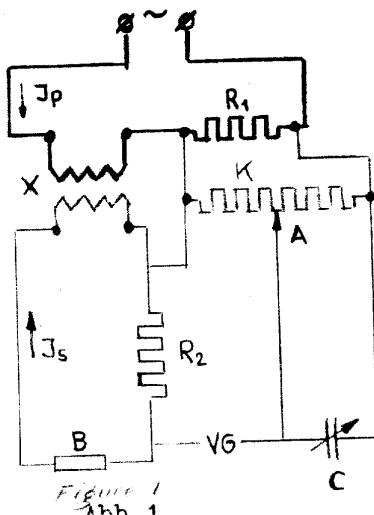
\* Allgemeine Elektricitätsgesellschaft (Gen. Elec. Co.)

continued [Note: translation is approximate, page 7]

25X1A

Korrekturen konnte das Maximum der Genauigkeit auf ca. 0,01 % bei 100 %  $I_N$  gesteigert werden, so daß der ML Wandler mit Sicherheit auf eine Klassengenauigkeit von 0,1 abgeglichen werden kann, was allerdings voraussetzt, daß der Wandler materiell und elektrisch die hierzu erforderlichen Bedingungen erfüllen kann. Hierüber wird in der Ib.M. 22 genügend Aufschluß gegeben werden.

*Current*  
The Fundamental Circuit Diagram in the Transformer Test  
Die grundsätzliche Schaltung bei der Stromwandler-  
prüfung.



- R<sub>1</sub> Primary Normal Resistance
- R<sub>2</sub> Sekundär " "
- K Spannungsteiler oder Compensations-Zweig
- C Kondensator (regelbar)
- V Vibrationsgalvanometer
- B Burden (Load)
- X Tested Item (ML Transformer)
- X Prüfling (ML Wandler)
- I<sub>p</sub> Primary Current
- I<sub>s</sub> Secondary Current

Im Primär- und Sekundärcircus liegt je ein Normalwiderstand deren Spannungsabfälle kompensiert werden. Der Primärstrom  $I_p$  durchfließt den in Reihe mit der Primärwicklung des Prüflings liegenden Normalwiderstand  $R_1$ .

In the primary and secondary circuits each, there is a standard resistance whose voltage-drops are compensated. The primary current  $I_p$  flows through the standard ~~RESISTANCE~~ **POTENTIAL** resistance  $R_1$ , which is in series with the primary winding of the test item.

In the secondary circuit, the induced current  $I_a$  flows through the normal resistor  $R_2$  and the load resistor  $B$ . The compensation of the voltage drops of standard resistors is carried out by the wire slide on the voltage divider K.

A vibration galvanometer (VG) serves as an indicating instrument. The condenser C is in parallel with part of the voltage divider, for the purpose of measuring the phase angle between primary and secondary current of the test-item X.

The lines and connections carrying the primary current must have adequate cross-section and be wired free from induction. The time constant of the resistors  $R_1$  and  $R_2$  and of K must be negligibly small, and the condenser must have no loss angle.

The current in the standard resistors must flow in the direction indicated in Figure 1. The testing takes place at the zero position of the galvanometer. This position is set by alternating regulation with the slide contact A on the voltage divider K and by the handle of condenser C. Current error and error angle can then be calculated from the resistance and capacitance values which have been set. Resistor K and condenser C are then calibrated by means of the necessary equations, so that current error and error angle can be read off.

The measurements can be carried out at a rated current of 10 to 120 %. In all measurements, the action of the current ~~conversion~~<sup>transformer on</sup> to the sinusoidal fundamental wave is determined, because the vibration galvanometer, in general, will respond only to the fundamental wave.

One disadvantage of this circuit lies in the fact that a special standard resistor is required for each step ratio. This disadvantage, however, can be eliminated by the introduction of intermediate converters and secondary voltage dividers. // / [Transition of pages 4-5 and 5-6.]

- 4 -

~~CONFIDENTIAL~~

Im Sekundärkreis fließt der induzierte Strom  $I_s$  über den Normalwiderstand  $R_2$  und den Belastungswiderstand (Bürde)  $B$ . Die Kompensation der Spannungsabfälle der Normalwiderstände erfolgt durch den Schleifdrahtschieber am Spannungsteiler  $K$ . Als Anzeigegerät dient ein ~~Vibratatz~~ Vibrationsgalvanometer VG. Zur Messung des Phasenwinkels zwischen Primär- und Sekundärstrom des Prüflings X ist der Kondensator C einem Teil des Spannungsteilers parallel geschaltet. Die den Primärstrom führenden Leitungen und Anschlüsse sind im Querschnitt ausreichend zu bemessen und induktionsfrei zu verlegen. Die Zeitkonstante der Widerstände  $R_1, R_2$  und  $K$  muß vernachlässigbar klein und der Kondensator verlustwinkelfrei sein. Es ist darauf zu achten, daß der Strom in den Normalwiderständen in der nach Abb. 1 zu ersehenden Richtung fließt. Die Prüfung erfolgt bei Nullstellung des Galvanometers; diese erreicht man durch abwechselndes Regulieren mit dem Gleitkontakt A am Spannungsteiler  $K$  und an der Kurbel des Kondensators C. Der Stromfehler und Fehlwinkel kann dann aus den eingestellten Widerstandswerten und Kapazitätswerten errechnet werden. Mittels der hierzu erforderlichen Gleichungen sind Widerstand  $K$  und Kondensator C geeicht, sodaß Stromfehler und Fehlwinkel abgelesen werden können.

Die Messungen können durchgeführt werden bei einem Nennstrom von 10 bis 120 %. Es wird bei allen Messungen das Verhalten der Stromwandler zur sinusförmigen Grundwelle ~~erst~~ festgestellt.

- 5 -

~~CONFIDENTIAL~~

Derivation of the Equations for the Measurement of the Current Error and Error Angle.

As is well known, the current error is defined, according to the VDE\* specifications, by the following equation

$$f = \frac{K_n(I_s - I_p)}{I_p} 100\% , \quad (1)$$

where  $f$  = current error in %

$K_n$  = rated (nominal) transformation ratio

$I_s$  = secondary current in amperes

$I_p$  = primary current in amperes.

Consider now the compensation component of the test circuit according to Figure 2; then if there is no current in the vibration galvanometer (the phase angle remains disregarded) the following conditions hold:

$$I_k R_s = I_s R_2 \quad (2)$$

or  $I_s = \frac{I_k R_s}{R_2}$

Figure 2

\* Note: VDE — Association of German Electrical Engineers.

untersucht, da das Vibrationsgalvanometer im wesentlichen  
nur auf der Grundwelle anspricht.

25X1A

Ein Nachteil der Schaltung ist, daß für jedes Übersetzungsverhältnis ein besonderer Normalwiderstand  $R_1$  erforderlich ist.

Durch Zwischenwandler und sekundärem Spannungsteiler kann man jedoch diesen Nachteil beheben.

*Derivation of the Equations for the Measurement of the Current 'Error'*  
Ableitung der Gleichungen zum Messen des Stromfehlers und Fehlwinkels.  
and 'Error' Angle

Bekanntlich wird der Stromfehler nach den VDE Vorschriften durch die Gleichung

$$f = \frac{K_n \cdot (I_s - I_p)}{I_p} \cdot 100 \text{ (\%)} \quad (1)$$

definiert, hierin bedeuten:

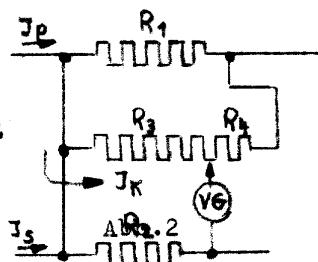
$$\begin{aligned} f &= \text{Stromfehler in \%} \\ K_n &= \text{Nennübersetzungsverhältnis} \\ I_s &= \text{Sekundärstrom in Amp} \\ I_p &= \text{Primärstrom in Amp} \end{aligned}$$

Betrachtet man nun den Kompensationsanteil der Prüfschaltung nach Abb.2, so ergibt sich bei Stromlosigkeit am Vibrationsgalvanometer (der Phasenwinkel bleibt unberücksichtigt) die Bedingung

$$I_k \cdot R_s = I_s \cdot R_2 \quad (2)$$

$$\text{oder } I_s = \frac{I_k \cdot R_s}{R_2}$$

Abb. 2



CONFIDENTIAL

Figure 2

- 6 -

Further we have the following relation according to Kirchhoff's law:

$$\frac{I_p - I_k}{I_k} = \frac{R_3 + R_4}{R_1} \quad \text{or} \quad I_p = \frac{I_k(R_3 + R_4)}{R_1} + I_k. \quad (3)$$

Insert in equation (1) the obtained values for  $I_s$  and  $I_p$ ; then one obtains for the current error  $f$  the following:

$$f = \frac{\frac{K_n R_2}{R_2} - \frac{I_k(R_3 + R_4)}{R_1} + I_k}{\frac{I_k(R_3 + R_4)}{R_1} + I_k} \cdot 100$$

or finally, after reduction, the following:

$$f = 100 \frac{K_n R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4 + R_1} - 1 \quad (\%) \quad (4)$$

In testing a definite scale range, one can simplify equation (4) by introducing the following constant:

$$C_1 = \frac{K_n R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{(R_3 + R_4) + R_1}$$

Here the sum  $R_3 + R_4$  always remains constant even for variation of  $R_3$ .

Thus we obtain the simplified form:

$$f = 100 (c_1 R_3 - 1) \quad (\%) \quad (5)$$

The current error is a function of the component resistance

$R_3$ ; therefore  $f = F(R_3)$ .

The linear character of this function (see Figure 3) makes possible now a simple calibration of the component resistance  $R_3$  (see Fig. 2).

Figure 3

~~CONFIDENTIAL~~

Weiterhin gilt nach dem Kirchhoff,schem Gesetz:

$$\frac{I_p - I_k}{I_k} = \frac{R_3 + R_4}{R_1} \quad \text{oder} \quad I_p = I_k \frac{(R_3 + R_4)}{R_1} + I_k \quad (3)$$

Setzt man in Gl.(1) die ermittelten Werte für  $I_s$  und  $I_p$  ein, so erhält man für den Stromfehler

$$f = \frac{K_n \frac{I_k \cdot R_2}{R_2} - I_k (R_3 + R_4)}{J_K \frac{(R_3 + R_4)}{R_1} + J_K} \cdot 100$$

und nach Auflösung

$$f = 100 \frac{K_n \cdot R_1}{R_2} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4 + R_1} - 1 \quad (\%) \quad (4)$$

Beim Prüfen eines bestimmten Meßbereiches kann die Gleichung

(4) durch Einsetzen der Konstanten

$$C_1 = \frac{K_n \cdot R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{(R_3 + R_4) + R_1} \quad \text{vereinfacht werden.}$$

Hierin bleibt die Summe von  $R_3 + R_4$  auch bei der Änderung von  $R_3$  immer konstant.

Wir erhalten somit die vereinfachte Form:

$$f = 100 ( C_1 R_3 - 1) \quad (\%) \quad (5)$$

Der Stromfehler ist eine Funktion des Teilwiderstandes

$R_3$  also  $f = F(R_3)$

The linear character of this function  
Der lineare Charakter dieser Funktion  
(Figure 3) makes possible now a simple  
(Abb. 3) ermöglicht jetzt eine einfache  
calibration of the partial (scale, divider, calibration  
Eichung des Teilwiderstandes  $R_3$ .  
graduated) resistance  $R_3$ .

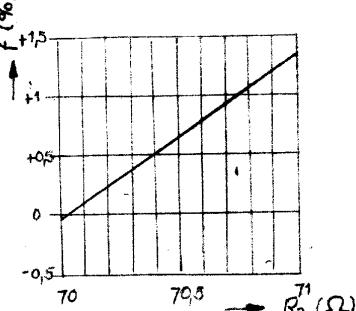


Abb. 3  
Figure 3

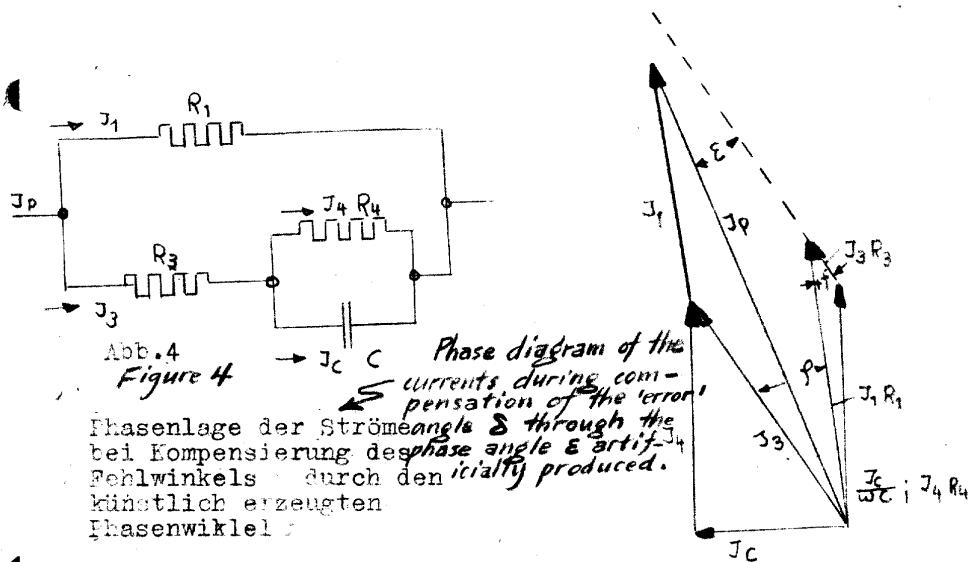
~~CONFIDENTIAL~~

Therefore the current error can be read off directly. Since the phase angle between primary and secondary current is not disregarded, the vibration galvanometer will show one more deflection, which can be compensated by an induced phase-shift. This is done through condenser C, from which the magnitude of the error angle is calculated. The phase diagram of individual currents and voltages on the compensation circle is illustrated in Figure 4.

Figure 4

In order to improve the presentation in Figure 4, we do not show the vectors according to their correct scale. In actual practice, the currents  $I_p$  and  $I_s$  are very much larger than the other currents  $I_3, I_4$ , and  $I_c$ ; therefore they can be designated with sufficient accuracy by the relation  $\phi = \varepsilon$ .

sodaß der Stromfehler direkt ablesbar wird. Da der Phasenwinkel zwischen Primär und Sekundärstrom nicht berücksichtigt ist, wird das Vibrationsgalvenometer noch einen bestimmten Ausschlag zeigen, der durch eine künstliche Phasenverschiebung kompensiert werden kann. Dies erreicht man durch den Kondensator C, aus dessen Größe der Fehlwinkel errechnet wird. Die Phasenlage der einzelnen Ströme und Spannungen im Kompensationskreis wird durch Abb.4 veranschaulicht.



Zur besseren Anschauung sind die Vektoren nicht maßgerecht gezeichnet. In der Praxis sind die Ströme  $I_p$  und  $I_s$  sehr viel größer als die übrigen Ströme  $I_1$ ,  $I_2$  und  $I_c$ , so ~~sehrvielgrößer~~ daß mit hinreichender Genauigkeit  $\varphi = \delta$  bezeichnet werden kann.

If the galvanometer's deflection is zero, then the voltage  $I_3 \cdot R_3$  is in phase with the voltage  $I_5 \cdot R_2$  (see Figure 2). Consequently the induced phase angle  $\epsilon$  is identical with the error angle  $\delta$  of the transformer (see Figure 5), according to Figure 4.

Figure 5

Figure 6

The error angle or phase shift is calculated with the help of the resistance operator of the compensator branch K.

According to Figure 6 the operator  $\mathcal{R}$  is as follows:

$$\mathcal{R} = R_3 + \frac{\frac{1}{R_4 j \omega C}}{1 + \frac{1}{j \omega C}} \quad (\Omega) \quad (6)$$

and the phase angle is :

$$\epsilon = \delta = \arctan \frac{R_B}{R_W}$$

where  $R_B$  = reactance

$R_W$  = effective resistance.

Reducing equation (6) we obtain for  $\mathcal{R}$  :

$$\mathcal{R} = R_3 + \frac{R_4 - R_4^2 j \omega C}{1 + R_4^2 \omega^2 C^2}$$

CONFIDENTIAL

25X1A

Ist der Galvanometerausschlag Null, so ist die Spannung

$I_3 \cdot R_3$  phasengleich mit der Spannung  $I_s \cdot R_2$  (Abb.2). Folglich ist der künstliche Phasenwinkel  $\varepsilon$  nach Abb.4 identisch mit dem Phasenwinkel  $\delta$  (Abb.5) des Wandlers.

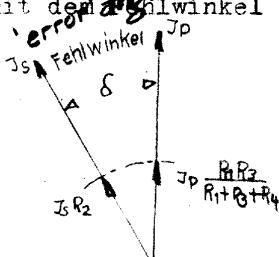


Figure 5  
Abb.5

Phase diagram of the primary and Phasenlage des Primär- und Sekundärstromes des ML Wandlers.  
secondary current of the ML transformer.

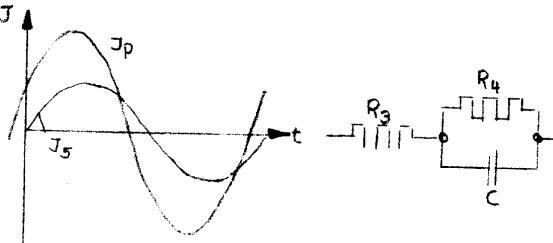


Figure 6  
Abb.6

Die Berechnung des Fehlwinkels oder Phasenverschiebung erfolgt mit Hilfe des Widerstandsoperators des Kompensatoren zweiges K.

Der Operator  $\mathfrak{Q}$  nach Abb.6 ist:

$$\mathfrak{Q} = R_3 + \frac{1}{R_4 \cdot j \omega C} \quad (6)$$

$$R_4 + \frac{1}{j \omega C}$$

$$\text{und der Phasenwinkel } \varepsilon = \delta = \arctg \frac{R_B}{R_w} \quad (7)$$

Hierin bedeuten:  $R_B$  = reactance  
Blindwiderstand

$R_w$  = effective resistance  
Wirkwiderstand

CONFIDENTIAL

Durch Umformen der Gl.(6) erhält man für

$$\mathfrak{Q} = R_3 + \frac{R_4^2 \cdot j \omega C}{1 + R_4^2 \cdot \omega^2 \cdot C^2}$$

Here the term  $(R_4 \omega C)$  is to be disregarded, besides higher powers, in the first approximation with 1. We therefore obtain the following:

$$\Re = (R_3 + R_4) - (jR_4^2 \omega C). \quad (8)$$

Applying the symbolic form, we get :

$$\Re = R_s \cdot e^{j\delta} = R_s (\cos \delta + j \sin \delta) \quad (9)$$

or  $\Re = R_w + jR_B$ .

In equation (8) we equate the real term  $R_w = R_3 + R_4$  and the imaginary term  $jR_B = jR_4^2 \omega C$ . According to equation (7), we have:

$$\delta = \arctan \frac{R_4^2 \omega C}{R_3 + R_4} \text{ (radians)} \quad (10)$$

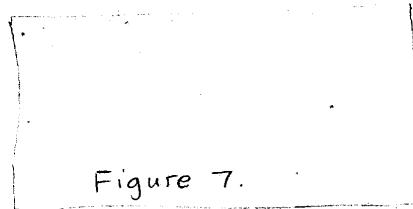


Figure 7.

In order to read off the error angle in minutes, we must multiply equation (10) by the factor  $180 \cdot 60 = 3440$ ; therefore we have:

$$\delta = \frac{3440 R_4^2 \omega C}{R_3 + R_4} \text{ (minutes).} \quad (11)$$

For constant <sup>angular</sup> frequency  $\omega = 2\pi f$ , all the values up to  $C$  can be lumped into one constant  $c_2$ ; thus:

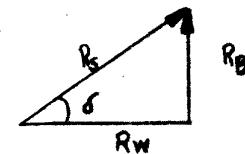
$$\delta = c_2 C \text{ or } \delta = f(C).$$

Since this function too behaves linearly, the calibration of the condenser can easily be carried out so that one can read off the error angle in "minutes".

The calculation carried out so far is valid only for parallel connection of the condenser with the resistance  $R_4$ . In this case the error angle is positive; that is, the secondary current leads the primary current.

hierin ist das Glied  $(R_4 w C)^2$  infolge seiner höheren Potenz in erster Annäherung gegen 1 zu vernachlässigen. Wir erhalten somit für

$$R = (R_3 + R_4) - (j \cdot R_4^2 / \omega C) \quad (E)$$



### Bei Anwendung der symbolischen Form

$$Q = R_s e^{j\delta} \text{ wird } Q = R_s (\cos \delta + j \sin \delta)$$

$$\text{oder } \mathfrak{R} = R_W + j R_B \quad (9)$$

Abb. 7  
Figure 7

Auf Gleichung (8) übertragen ist für das reelle Gleid-

$R_w = R_3 + R_4$ , und für das imaginäre Glied  $jR_B = jR^2 w C$  zu setzen.

Nach Gleichung (7) wird nun

$$\zeta = \operatorname{arctg} \frac{R_4^2 w \epsilon}{R_4 + R_4} \quad [\text{Bogenmaß}] \quad (10)$$

Zur Ablesung des Fehlwinkels in Minuten muß Gl.(10)

mit dem Faktor  $180 \cdot 60 = 3440$  multipliziert werden,

$$\text{also } \frac{3440}{R_3 + R_4} \cdot \frac{R_3^2}{400} \text{ [min]} \quad (11)$$

Bei konstanter Kreisfrequenz  $\omega = 2\pi f$  können alle Werte

bis auf C in einer Konstanten  $c_2$  vereinigt werden.

$$\delta = c, C \quad \text{oder} \quad \delta = f(c)$$

Da auch diese Funktion linear verläuft, ist die Eichung des Kondensators zur direkten Ablesung des Fehlwinkels in "min" leicht durchzuführen.

Die bisher durchgeführte Rechnung ist nur gültig für  
Parallelenschaltung des Kondensators zu dem Widerstand  $R_4$ .  
In diesem Falle ist der Fehlwinkel positiv, dass heißt, der  
Sekundärstrom gilt dem Primärstrom vor. Bei negativem

For negative error-angle the condenser be placed in parallel with  $R_3$  (see Figure 8). Equation (7) then is changed to the following:

$$\delta = \frac{3440 \cdot R_3 w C}{R_3 + R_4} \quad (\text{minutes}) \quad (12)$$

For both cases to be correct, the condenser is to supplied with two calibrations.

Figure 8.

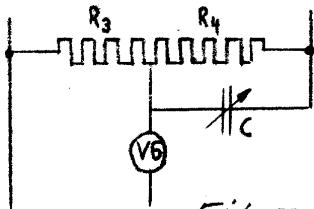
The influence of the condenser on the resistance is insignificant in the determination of the current error, since the capacitive resistance  $R_c$  is very high (about 100,000 ohms).

### Theoretical Accuracy of Measurement and Accuracy of Reading

As already mentioned in the introduction, it is necessary that highest attainable adjustment accuracy and maximum sensitivity be obtained. This is especially necessary since, as the following section will show, the test equipment is subject to a number of errors, whose complete elimination is never possible. A high theoretical adjustment accuracy, on this account, is always a great advantage, since then there remains from the start a certain room or margin for errors that cannot be determined, without endangering the permissible limits of accuracy.

A high adjustment accuracy is attained on the one hand -

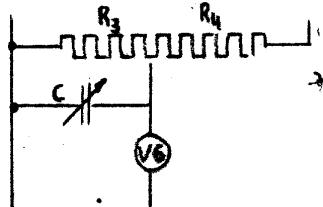
[continued on the next page]

Figure 8  
Abb. 8

Fehlwinkel ist der Kondensator parallel an  $R_3$  zu legen (Abb. 8).

Gleichung (7) ändert sich dann in

$$\delta_z = \frac{2440 \cdot R_3^2 \cdot W_C}{R_3 + R_4} [\text{min}] \quad (12)$$



Um beiden Fällen gerecht zu werden, ist der Kondensator mit zwei Eichungen zu versehen.

Der Einfluß des Kondensators auf das Widerstandsverhältnis zur Bestimmung

des Stromfehlers ist unbedeutend, da der kapazitive Widerstand  $R_c$  sehr hoch ist. (ca. 100 000 Ohm).

#### Theoretical Accuracy of Measurement and Accuracy of Reading Theoretische Meßgenauigkeit und Ablesegenauigkeit

Wie eingangs bereits erwähnt, ist es erforderlich, die höchst erreichbare Einstellungsgenauigkeit und max. Empfindlichkeit zu ermitteln. Dies ist umso mehr erforderlich, da, wie der folgende Abschnitt zeigen wird, die Prüfeinrichtung mit einer Anzahl von Fehlern behaftet ist, deren vollständige Elimination nicht immer möglich ist. Eine hohe theoretische Einstellgenauigkeit ist deshalb immer ein großer Vorteil, da so von vornherein ein gewisser Spielraum für nicht zu erfassende Fehler bleibt, ohne die zulässige Genauigkeitsgrenze zu gefährden.

Eine hohe Einstellgenauigkeit erreicht man einerseits

[continued]

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3  
by a very sensitive galvanometer still in our possession.

The rated voltage sensitivity of the employed AEG vibration galvanometer is  $8 \cdot 10^{-6}$  Volt/mm at 50 cycles. Actually, however the sensitivity measured was only about  $5 \cdot 10^{-5}$  Volt/mm. Of the specified resistances only the normal resistance  $R_2$  is limited in size. This resistance belongs to the secondary circle and, consequently, it belongs to the burden of the transformer; according to the VDE, therefore, it must not exceed 0.2 ohm. This amount is reduced by means of the phase-shift coil; there remains then a maximum of 0.105 ohm for  $R_2$ . To attain a large voltage drop one naturally strives to utilize to the full the upper limit, which also requires a large primary resistance  $R_1$ . A large resistance  $R_1$  moreover effects advantageously the magnitude of the voltage-divider  $K$ ; for the measuring accuracy increases with the size of the voltage-divider.

In order that the external measurements of the normal resistance  $R_1$  do not become excessively large, one selects 0.045 ohm for 50 amperes and 0.15 ohm for 15 amperes. The cross-section corresponds to a current load of 1 ampere/mm<sup>2</sup> and to a manganin of about 2 kg or 0.6 · kg respectively. The most favorable values for the voltage-divider  $K$  and the normal resistance  $R_2$ .

[continued on next page]

**CONFIDENTIAL**

durch ein sehr empfindliches Galvanometer, andererseits 25X1A  
durch die hierfür günstigsten Widerstandswerte der Wider-  
stände  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ . Die Galvanometerempfindlichkeit liegt  
in unserem Falle durch das einzige noch vorhandene Vibrations-  
galvanometer fest.

Die Sollspannungsempfindlichkeit des verwendeten  
AEG-Vibrationsgalvanometers ist mit  $8 \cdot 10^{-6} \text{V/mm}$  bei 50 Hz  
angegeben. Gemessen wurde jedoch nur eine solche von ca.  
 $5 \cdot 10^{-5} \text{V/mm}$ . Von den aufgeführten Widerständen ist nur der  
Normalwiderstand  $R_2$  in seiner Größe begrenzt. Dieser Widerstand  
gehört zum Sekundärkreis, mithin zur Bürde des Wandlers; er darf  
nach VDE also 0,2 Ohm nicht überschreiten. Dieser Betrag wird  
noch durch die Drossel zur Phasenverschiebung reduziert; es  
bleiben somit max. 0,105 Ohm für  $R_2$ . Zur Erreichung eines großen  
Spannungsabfalls ist man natürlich bestrebt, die obere Grenze  
auszunutzen, was auch einen großen

Primär-Normalwiderstand  $R_1$  bedingt. Ein großer Widerstand  $R_1$  wirkt  
sich außerdem vorteilhaft auf die Größe des Spannungsteilers K aus;  
denn mit der Größe des Spannungsteilers steigt die Meßgenauigkeit.

Damit die äußeren Abmessungen des Normalwiderstandes  $R_1$   
nicht übermäßig groß werden, sind für 50 Amp. 0,045 Ohm und für  
15 Amp 0,15 Ohm gewählt worden. Der gewählte Querschnitt entspricht  
einer Strombelastung von 1 Amp./mm<sup>2</sup> und einem Manganin von ca. 2kg  
bezw. 0.6 kg. Die günstigsten Werte für Spannungsteiler K und den  
Normalwiderstand  $R_2$

**CONFIDENTIAL**

[continued]  
Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3  
are obtained graphically, as the graphical figure 1, given.  
The resistance  $R_3$  here is assumed to have the above-mentioned  
values just given. The abscissa of the curve 2, Enclosure 1, gives  
the theoretical adjustment accuracy  $n$  in %. By adjustment  
accuracy  $n$  one understands the current error difference in %  
for a change in the voltage-divider  $K$ , through the sliding contact  $A$ ,  
of the smallest possible amount (i.e. change) — in our case,  
 $i/100$  ohm:

$$n = fR_3 - fR_3 \pm 0.01 \quad \Omega \quad (13)$$

where  $f$  = current error.

In order to be able to test a transformer with a class accuracy  
of 0.1 exactly, one strives for an adjustment accuracy for the  
current error of at least 0.02 %. As seen from curve 2,  
moreover, the highest possible values of resistances would  
be the most advantageous. It follows from Curve 2 (Enclosure 2)  
that the deflection  $a$  then would be very small in the vibration  
galvanometer. This is shown still more clearly by Curve 3  
(Enclosure 2). The minimum value for  $R_4$  here must amount to  
300 ohms. The adjustment accuracy then, according to Curve 1,  
is always located, with  $R_2 = 0.105$  ohm at 100%  $I_n$ , below 0.02% and  
is, for 0.015%, about 1/6 of the permissible error of 0.1% (class 0.1).

- 12 -

CONFIDENTIAL

sind, wie die Kurvenblätter 1...4 zeigen, graphisch ermittelt worden. Der Widerstand  $R_1$  ist hier mit obigen Werten als gegeben vorausgesetzt. Die Abzisse der Kurve i, Anlage 1 gibt die theoretische Einstellgenauigkeit  $n$  in % an. Unter Einstellgenauigkeit  $n$  ist die Stromfehlerdifferenz in % bei einer Änderung des Spannungsteilers  $K$  durch den Gleitkontakt A um den kleinstmöglichen Betrag, in unserem Falle  $i/100$  Ohm, zu verstehen.

$$n = f_{R_3} - f_{R_3} \pm 0,01\%$$

$$f = \frac{\text{current error}}{\text{Stromfehler}} \quad (13)$$

Um einen Wandler mit der Klassengenauigkeit von 0,1 genau prüfen zu können, ist eine Einstellgenauigkeit für den Stromfehler von mindestens 0,02 % anzustreben. Wie aus Kurve i ersichtlich, wären hierzu möglichst hohe Widerstandswerte am günstigsten.

Aus Kurve 2 (Anlage 2) geht hervor, daß dann der Ausschlag a am Vibrationsgalvanometer sehr klein würde. Noch deutlicher zeigt dies Kurve 3 (Anlage 2). Der Mindestwert für  $R_3 R_4$  muß hiermin nach 300 Ohm betragen. Die Einstellgenauigkeit liegt dann nach Kurve 1 mit  $R_2 = 0,105$  Ohm bei 100 %  $I_n$  immer noch unter 0,02 % und ist mit 0,015 % ca. 1/6 des zul. Fehlers von 0,1 % (Klasse 0,1).

Es ist damit genügend Sicherheit für kleine, nicht zu vermeidende Meßfehler vorhanden. Bei 10 %  $I_n$  sinkt naturgemäß die Einstellgenauigkeit und beträgt mit 0,16 % nur noch ca. 2/3 des zul. Fehlers von 0,25 (Klasse 0,1).

- 13 -

CONFIDENTIAL

shown by Curve 4 in Enclosure 3. For 300 ohms, the adjustment accuracy with 5% of permissible error angle would mean sufficient certainty. A still higher adjustment accuracy is obtained — however only when a high-sensitivity galvanometer is employed — if the condenser is connected in parallel to a smaller component resistance of  $R_3$  or  $R_4$  (see figure 9).

figure 9

According to this representation, the most advantageous values are obtained for the following:

$$R_2 = 0.105 \text{ ohm} \text{ (maximum resistance of the burden)}$$

$$R_3 = R_4 = 300 \text{ ohms}$$

$$R_1 = 0.15 \text{ or } 0.045 \text{ ohm.}$$

An empirical confirmation of these values follows from one's repeatedly measuring an ML transformer for various resistances. The individual measured points lie thickest around  $R_3 + R_4 = 300$  ohms. Their largest deviation amounted to about 0.01%.

### Errors in Measurement, Their Causes and Remedy.

A list of the most important causes of errors shows already that special significance is to be attached to these matters in the sense of accurate measurements and in no wise should they be neglected:

Die Einstellgenauigkeit des Kondensators C zeigt Kurve 4

Anlage 3. Bei 300 Ohm würde die Einstellgenauigkeit mit 5 % vom zul. Fehlwinkel genügend Sicherheit bedeuten. Eine noch höhere Einstellgenauigkeit erhält man - jedoch nur bei Verwendung eines

hochempfindlichen Galvanometers- wenn man den Kondensator einem kleineren Teilwiderstand von  $R_3$  oder  $R_4$  parallel schaltet .(Abb.9)

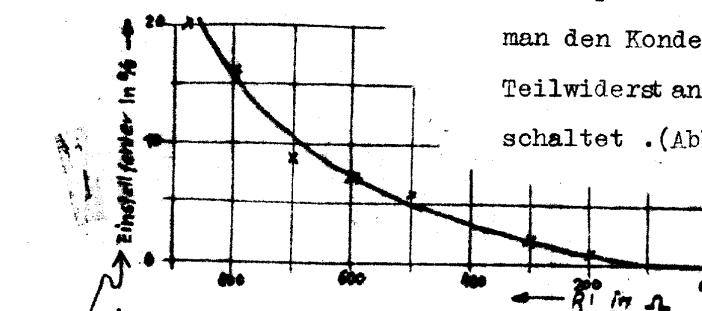
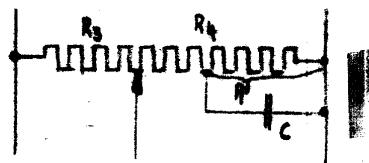


Abb.9 'Error', in %, of Setting  
(Adjustment, Regulation)

Figure 9  
Abb. 9



Nach dieser Darstellung ergeben sich die günstigsten Werte für

$$R_2 = 0,105 \text{ Ohm} \quad (\text{max resistance of the burden (load)})$$

$$R_3 = R_4 = 300 \text{ ohms}$$

$$R_1 = 0,15 \text{ bzw. } 0,045 \text{ Ohm}$$

Eine empirische Bestätigung dieser Werte erfolgte durch eine oftmalige Messung eines ML Wandlers bei versch. Widerständen. An dichtesten lagen die einzelnen Meßpunkte bei  $R_3 + R_4 = 300$  Ohm. Ihre größte Abweichung betrug ca. 0,01 %.

Errors in Measurement, Their Causes and Remedy  
Meßfehler, ihre Ursache und Behebung.

Eine Aufstellung der wichtigsten Fehlerursachen zeigt schon, daß diesen Dingen im Sinne einer genauen Messung erhöhte Bedeutung zukommt und sie in keiner Weise vernachlässigt werden dürfen.

- a) Theoretical error arising when certain computational terms are disregarded in calculations.
- b) 'Warm-up' error.
- c) Temperature error due to room temperature.
- d) Frequency error.
- e) External error (due to stray magnetic fields).
- f) Phase shift of the resistances.
- g) Wiring.
- h) Grounding error.
- i) Voltage fluctuations.
- k) Thermoelectric voltages.
- l) Mechanical error.
- m) Shocks.
- n) Subjective errors of the measurer (human).

The remedy or lessening of these errors can follow only from an individual investigation of each error.

#### a) Theoretical error:

It was tested in the case of the resistance value  $R_1$  in the divisor of equation (4) for various compensation resistances  $(R_3, R_4)$ , which must be reckoned with. Figure 10 shows that it is impermissible to disregard under  $R_3, R_4 = 800$  ohms. Still unanswered is the question whether smaller frequencies can be disregarded in the computation of equation (12).

Figure 10

- 14 -

- (Theoretical error arising when certain (computing) terms are disregarded in the computation)*
- a) Theoretische Fehler, entstanden durch Vernachlässigung gewisser Rechenglieder
- b) 'Warm-Up' Error
- c) Temperaturfehler durch die Raumtemperatur
- d) Frequency Error
- e) Frequenzfehler
- f) External Error
- g) Fremdfehler
- h) Phase Shift of the Resistances
- i) Phasenverschiebung der Widerstände
- j) Wiring
- k) Leitungsvorlegung
- l) Grounding Error
- m) Erdungsfehler
- n) Voltage Fluctuations
- o) Spannungsschwankungen
- p) Thermoelectric Voltages
- q) Thermospannungen
- r) Mechanical Error
- s) Mechanische Fehler
- t) Shocks
- u) Erschütterungen
- v) Subjective Error of the Measurer
- w) Subjektive Fehler des Messenden.

Die Behebung oder Verminderung dieser Fehler konnte nur durch eine individuelle Erforschung der einzelnen Fehler erfolgen.

a) Theoretische Fehler:

Es wurde geprüft wie weit der Widerstandswert  $R_1$  als Divisor in der Gl.(4) bei den verschiedenen Kompensationswiderständen ( $R_3, R_4$ )

in Rechnung gesetzt werden muß.

Abb.10 zeigt, daß eine Vernachlässigung unter  $R_3, R_4 = 800 \text{ Ohm}$  unzulässig ist.

Weiterhin entsteht die Frage, ob kleinere Frequenzschwankungen im Rechnungsgang der Gleichung (12)

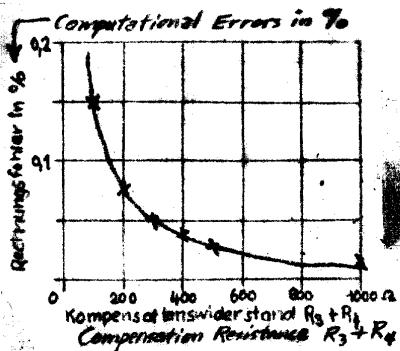


Abb. 10 Figure 10

- 15 -

**CONFIDENTIAL**

greater than  $\pm 2$  cycles must be taken into consideration. According to d) larger frequency flutters than  $\pm 0.5$  cycle are not permissible; consequently the correction of equation (12) is not necessary.

Figure 11

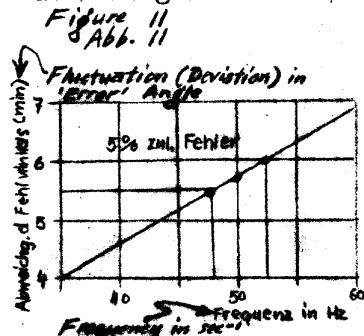
b) Warm-up error:

The warm-up error of manganin, normal resistance must absolutely be taken into consideration, since the temperature coefficients can amount, at the maximum for  $10^{\circ}\text{C}$ , almost to 0.02%. Since however the temperature coefficient of Manganin depends upon temperature, age, and shape of the resistance, then the temperature curves of the normal resistances should be drawn, as shown in figure 12. According to these curves, a correction table should be set up.

Figure 12

CONFIDENTIAL

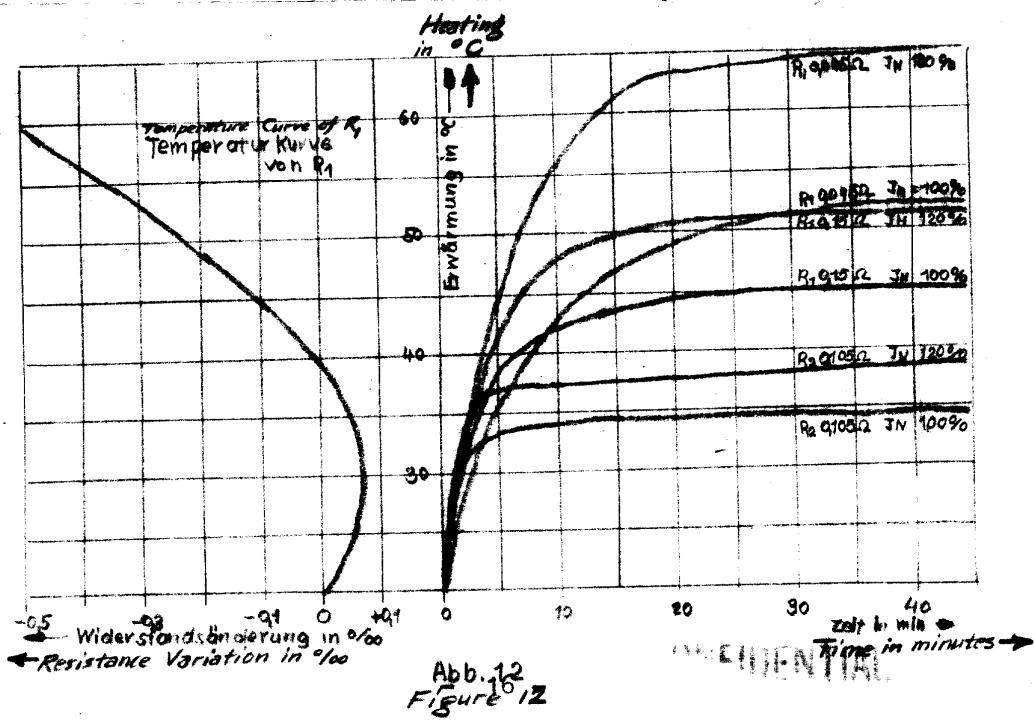
vernachlässigt werden können.



Durch nebenstehende Abb. 11 ist es ersichtlich, daß Schwankungen größer als  $\pm 2$  Hz berücksichtigt werden müssen. Nach d) sind größere Frequenzschwankungen als  $\pm 0,5$  Hz nicht zulässig, die Korrektur der Gl.(12) erübriggt sich somit.

b) Anwärmfehler:

Die Anwärmfehler der Manganin-Normalwiderstände müssen, da die Temperaturkoeffizienten im Maximum für 10° C fast 0,02 % betragen können, unbedingt berücksichtigt werden. Da jedoch der Temperaturkoeffizient des Manganins von der Temperatur, der Alterung und der Form des Widerstandes abhängt, mußten die Temperaturkurven der Normalwiderstände, wie Abb.12 zeigt, aufgenommen werden. Nach diesen Kurven würde eine Korrektionstabelle ausgelegt.



This is necessary because measurements at 10, 20, 100 and 120% of  $I_n$  cause different warming up of the normal resistances, which however have been graduated according to a continuous load of 100%  $I_n$ . The temperature differences for various current loads are still always considerable inspite of the large sizes of the resistances and amount to the following values:

for  $R_1$  and 15 amperes, to  $53^\circ\text{C}$  between 0.1  $I_n$  and 1.2  $I_n$

for  $R_1$  and 50 amperes, to  $65^\circ\text{C}$  " " " "

for  $R_2$  " " to  $38^\circ\text{C}$  " " " "

The correct warming-up times and temperatures of the normal resistances are indicated by means of thermoelements in a thermo-instrument. Another remedy for this error is possible, if the size of the resistances are unusually oversized or the resistances contain liquid cooling. The cost and large space requirements permit us to represent this solution as unsuitable.

### c) Influence of room temperature.

The transformer testing equipment was calibrated at a temperature of  $22^\circ\text{C}$ . For larger temperature fluctuations than  $\pm 4^\circ\text{C}$  the deviations (deflections) were noticed to amount to 0.01% and 0.5 minute. Calibrations and control measurements were carried out, on this account, only for temperatures from  $18^\circ\text{C}$  to  $26^\circ\text{C}$ .

### d) Frequency error:

The frequency dependency of the entire measuring equipment together with the test objects is clearly shown in Enclosures 4 and 6. A frequency variation <sup>is most in evidence</sup> for the higher values of current (120%  $I_n$ ).

[continued on next page.]

CONFIDENTIAL

25X1A

Das ist notwendig, weil die Messungen bei 10, 20, 100 und 120 %  $I_n$  verschiedene Erwärmung der Normalwiderstände hervorrufen, diese aber nach einer Dauerbelastung von 100 %  $I_n$  geeicht sind. Die Temperaturunterschiede bei verschiedenen Strombelastungen sind trotz großer Abmessungen der Widerstände immer noch beträchtlich und betragen für

$R_1$ , 15 Amp. = 53 °C zwischen 0,1  $I_n$  und 1,2  $I_n$

$R_1$ , 50 Amp. = 65 °C " " "

$R_2$ , = 38 °C " " "

Die richtigen Anwärmzeiten und Temperaturen der Normalwiderstände werden durch Thermoelemente auf einem Thermo-Instrument angezeigt.

Eine andere Begebung dieses Fehlers ist möglich, wenn die Abmessungen der Widerstände außerordentlich vergrößert werden oder die Widerstände eine Flüssigkeitskühlung erhalten. Die Kostspieligkeit und der große Raumbedarf lässt uns diese Lösung als ungeeignet erscheinen.

c) Einfluß der Raumtemperatur.

Die Wandlerprüfeinrichtung wurde bei einer Temperatur von 22 °C geeicht. Bei größeren Temperaturschwankungen als  $\pm 4$  °C wurden Abweichungen von 0,01 % und 0,5 min beobachtet. Eichungen und Kontrollmessungen sind deshalb nur bei Temperaturen von 18.....26 °C durchzuführen.

d) Frequenzfehler.

Die Frequenzabhängigkeit der gesamten Meßeinrichtung mit Prüfling wird durch die Anlagen 4 und 6 deutlich wiedergegeben. Am stärksten wirkt sich eine Frequenzänderung bei

CONFIDENTIAL

[continued]

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3

Here this variation amounts to about 16% of oil for a frequency flutter of 1 cycle for current error of about 8% of the permissible error of 0.2 and to 20% for error angle of about 10%. More significance is the frequency influence upon the vibration galvanometer through the decrease in sensitivity. The resonance bandwidth represented in Figure 13 shows that the sensitivity for a variation of 0.5 cycles decreases almost one half, which influences unfavorably any accurate measurement on a transformer of class 0.1. Steady frequency flutters in the network have at present an order of magnitude of  $\pm 1.5$  cycle. Since a steady frequency regulation in the galvanometer is hardly possible, the network frequency must be watched carefully. Moreover an indicating frequency meter is to be preferred to a vibrating-reed frequency meter because of the first one's greater accuracy of reading.

Figure 13

e) External error:

The construction elements necessary for measurement such as vibration galvanometer, burden, normal resistance, compensation resistance, and condensers are exposed among each other to an external stray field of 1 to 6 gauss.

[continued]

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3

~~CONFIDENTIAL~~

25X1A

höheren Strömen ( $120\% I_n$ ) aus. Sie beträgt hier für eine Frequenzschwankung von 1 Hz für den Stromfehler ca. 8 % des zulässigen Fehlers von 0,2 bezw. ca. 16 % von 0,1 und für den Fehlwinkel ca. 10 % bzw. 20 %. Bedeutender ist der Frequenzeinfluß auf das Vibrationsgalvanometer durch Ver- ringerung der Empfindlichkeit.

Die in Abb 13 dargestellte Resonanzbreite zeigt, daß die Empfindlichkeit bei einer Änderung von 0,5 Hz fast auf die Hälfte herabsinkt, was eine genaue Messung an einem Wanler der Klasse 0,1 ungünstig beeinflußt. Die ständigen Frequenzschwankungen im Netz bewegen sich z.Zt. in der Größenordnung von  $\pm 1,5$  Hz. Da eine ständige Frequenzregelung am Galvanometer kaum möglich ist, muß die Netzfrequenz überwacht werden. Hierzu ist infolge seiner Höheren Anzeigegenauigkeit ein Zeigerfrequenzmesser dem Zungenfrequenzmesser vorzuziehen.

*External Error*  
e) Fremdfelder:

Die zum Messen benötigten Bauelemente wie Vibrationsgalvanometer, Bürde, Normalwiderstand, Kompensationswiderstand und Kondensatoren würden nacheinander einem äußerem Fremdfeld von 1....6 Gauß ausgesetzt. Während das

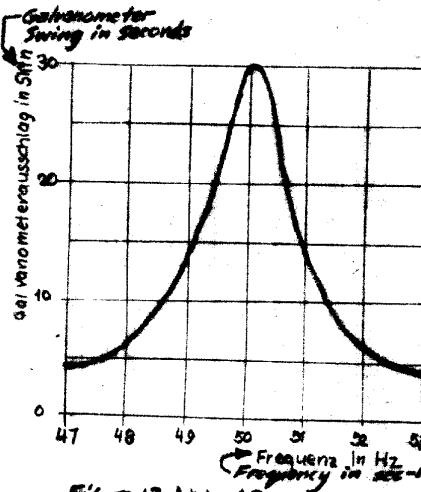


Figure 13 Abb. 13

~~CONFIDENTIAL~~

[continued]

While the vibration of the instrument housing was small, the constructional components did exhibit however, obvious errors due to the external magnetic field (see Figures 14 and 15).

Figure 14

Figure 15

Thus it is necessary that all constructional parts be shielded magnetically by iron housings. Further, it is to be noted that no mutual influence of the constructional members through self-excited magnetic fields exists. This holds true especially for the input transformer and the burden. On this account it is advantageous if each constructional part is screened with iron and set apart from the others at a suitable distance. The shields are grounded.

f) Phase shift of the normal resistances:

The normal resistances  $R_1$  and  $R_2$  are calibrated with a d.c. compensator; in practical usage however they used only with a.c. Now it is practically

[continued on the next page]

Vibrationsgalvanometer keinen Fehler zeigte, hatten alle übrigen Bauteile dagegen einen bedeutenden Fremdfeldfehler aufzuweisen. (Abb. 14 und 15). Hierdurch wird es notwendig, alle Bauteile durch Eisengehäuse magnetisch abzuschirmen.

*Current  
'Error' in %*      *Figure 14  
Abb. 14*

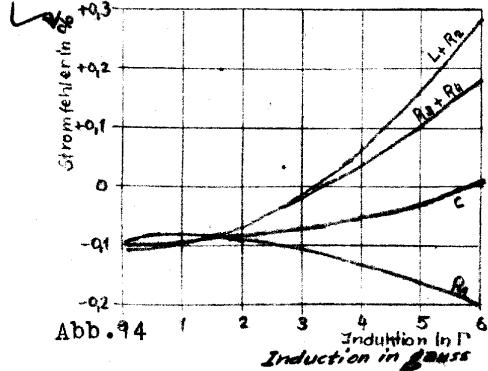


Abb. 14

*'Error' Angle  
in min*      *Figure 15  
Abb. 15*

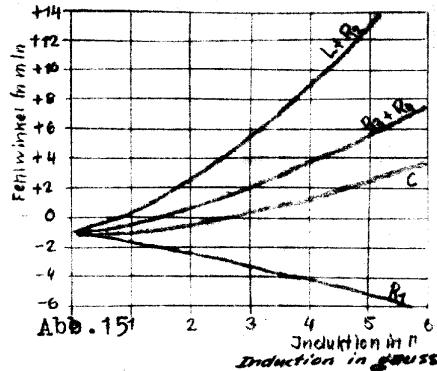


Abb. 15

Es ist weiterhin zu beachten, daß keine gegenseitige Beeinflussung der Bauteile durch selbsterregte magnetische Felder entsteht. Dies trifft besonders für den Eingangstransformator und die Bürde zu. Es ist deshalb von Vorteil, wenn jedes Bauteil für sich eisenabgeschirmt und in entsprechender Entfernung zueinander aufgestellt wird. Die Abschirmungen sind zu erden.

*Phase Shift of the Standard Resistances*

- f) Phasenverschiebung der Normalwiderstände.

Die Normalwiderstände  $R_1$  und  $R_2$  sind mit einem Gleichstromkompensator geeicht, werden jedoch im praktischen Gebrauch nur von Wechselstrom durchflossen. Nun ist es praktisch

CONFIDENTIAL

[continued]

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3

impossible to insert an inductionless resistance. It is legitimate to establish how large the time constant of the resistance in question; that is, the phase angle between effective and apparent resistance (impedance), whose tangent represents a measure for the time constant, must be measured in order to obtain its influence upon the a.c. resistance.

The a.c. resistance was measured with a temporary rebuilt Thomson a.c. bridge according to a method of Schiering. Balance followed according to the following equation:

$$\frac{L_2}{R_2} - \frac{L_1}{R_1} = C_3 \cdot R_3 \quad (\text{without the correction term}). \quad (14)$$

For the a.c. resistance of  $R_1$ , one obtains according to equation (14) as concerns the d.c. resistance an inductive increase of 0.00167%. The resistances vary only in the 3rd decimal place; therefore they can be disregarded. For the normal resistance  $R_2$ , the incremental  $\Delta R$  is still smaller and it is only right to disregard it.

### g) Wiring:

To avoid disturbing stray induction and capacitance, the wiring is carried out according to entirely definite straight lines and with especial care. The compensation wiring as well as the entire apparatus must in no case lie or cross in the immediate neighborhood of heavy-current wires.

- 19 -

**CONFIDENTIAL**

kaum möglich, einen induktionslosen Widerstand herzustellen.

Es galt festzustellen, wie groß die Zeitkonstante des betreffenden Widerstandes ist, das heißt: Der Phasenwinkel zwischen Wirk- und Schwinwiderstand, dessen Tangente ein Maß für die Zeitkonstante darstellt, mußte gemessen werden, um seinen Einfluß auf den Wechselstromwiderstand zu ermitteln.

Die Messung des Wechselstromwiderstandes erfolgte mit einer prov. aufgebauten Thomsonbrücke für Wechselstrom nach einer Methode von Schering. Die Abgleichung erfolgte nach der Gleichung

$$(14) \quad \frac{L_2}{R_2} - \frac{L_1}{R_1} = C_3 \cdot R_3 \quad \begin{matrix} \text{without the correction terms} \\ (\text{ohne Korrektionsglied}) \end{matrix}$$

Für den Wechselstromwiderstand von  $R_1$  ergab sich nach Gl (14) gegenüber dem Gleichstromwiderstand eine induktive Zunahme von 0,00167 %. Die Widerstandsänderung liegt erst in der 3. Dezimalstelle, sie kann somit vernachlässigt werden. Beim Normalwiderstand  $R_2$  ist  $R$  noch kleiner und erst recht zu vernachlässigen.

#### *Wiring* g) Leitungsverlegung

Zur Vermeidung von stärenden Leitungsinduktivitäten und -kapazitäten hat die Verdrahtung nach ganz bestimmten Richtlinien zu erfolgen und ist mit besonderer Sorgfalt auszuführen. Die Kompensationsleitungen sowie alle Apparate dürfen auf keinen Fall in unmittelbare Nähe der starkstromführenden Leitungen liegen oder sie kreuzen. Die Flächen

**CONFIDENTIAL**

- 20 -

The surfaces of the conductor slides are kept as small as possible; for this reason all conductors belonging to each other should be laid bifilarly. The vibration galvanometer must not lie in the direction which joins the slide wire with the normal resistance  $R_2$ , because of the capacitative charging currents. All wirings are to be ascertained or adjusted sufficiently in cross-section and if possible they are to be laid in their own plane. As was established, errors of 20 to 30% of the permissible current error and error angle can exist if one is not careful to carry out the above suggestions.

A simple control of the wire-laying of the transformer testing equipment was proposed by Mr Ahrberg, ETZ, 1925, page 500 (see figure 16).

Figure 16

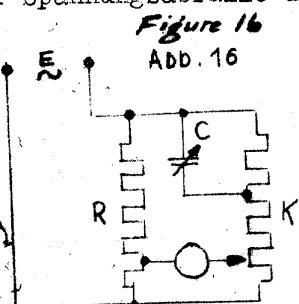
In place of the voltage drops in the primary and secondary normal resistances, ( $R_1$  and  $R_2$ ), one and the same small voltage occurs, which are closed in that one lets flow, through one of normal resistances, the current and feeds the voltage drop of this resistance as well as the primary and secondary sides of the compensation apparatus.

If the equipment is in order, then for zero position of the galvanometer  $V_G$  current error  $\theta$  and error angle  $\phi$  result, since the test voltage, with respect to magnitude and phase, is the same on both sides.

~~CONFIDENTIAL~~

der Leiterschleifen sind möglichst klein zu halten, alle zueinandergehörenden Leiter sollen deshalb bifilar verlegt werden. Der Kapazitätsladeströme wegen darf das Vibrationsgalvanometer nicht in der Leitung liegen, die den Schleifdraht mit dem Normalwiderstand  $R_2$  verbindet. Alle Leitungen sind im Querschnitt ausreichend zu bemessen und nach Möglichkeit in einer Ebene zu verlegen. Wie festgestellt wurde, können bei Nichtbeachtung obiger Ausführungen Fehler von 20 ..30 % des zulässigen Stromfehlers und Fehlwinkel entstehen.

Eine einfache Kontrolle der Drahtverlegung der Wandlerprüfeinrichtung wurde nach Ahrberg ETZ 1925 S.500 (Abb.16) vorgenommen. Abstelle der Spannungsabfälle des primären und sekundären Normalwiderstandes



$R_1$  und  $R_2$  tritt ein und dieselbe kleine Spannung, die man dadurch herstellt, daß man den Strom durch einen der Normalwiderstände fließen läßt und den Spannungsabfall dieses Widerstandes sowohl der Primär- als der Sekundärseite des Kompensations-

apparates zuführt.

Wenn die Einrichtung in Ordnung ist, muß sich bei Nullstellung des Galvanometers VG der Stromfehler 0 und der Fehlwinkel 0 ergeben, da die Prüfspannung in bezug auf Größe

~~CONFIDENTIAL~~

und Phase auf beiden Seiten dieselbe ist.

**CONFIDENTIAL**

Bei Anwendung dieses Verfahrens auf unsere Prüfvorrichtung konnte der Stromfehler um 0,01 % und der Fehlwinkel um 2 min durch bessere Leitungsverlegung berichtigt werden.

*Grounding Error*  
h) Erdungsfehler.

Um Ablesefehler durch eine unzureichende Erdung auszuschließen, sind sämtliche Abschirmungen und Gehäuse zu erden. Eine direkte Erdung des Meßkreises erfolgt an der Abschlußklemme K des ML-Wandlers.

*Voltage Fluctuations*  
i) Spannungsschwankungen:

Sofern die Spannungsänderungen der Eingangsspannung nicht größer als  $\pm 5\%$  wird, hat sie keinen Einfluß auf Stromfehler und Fehlwinkel.

*Thermoelectric Voltages*  
k) Thermospannungen:

Thermospannungen wurden nicht festgestellt. Sämtliche im Stromkreis liegenden Schaltelemente sind nur aus Kupfer oder Maganin.

*Mechanical Error*  
l) Mechanische Fehler:

Hierunter fällt besonders der Schleifkontakt am Schleifdrahtwiderstand des Spannungsteilers K. Der Schleifer muß so konstruiert sein, daß durch eine unvermeidliche Abnutzung keine Schleifflächenvergrößerung eintritt. Bei einem dachförmigen Schleifflächenebnehmer aus Bronze wurde durch Abnutzung nach drei Wochen ein Fehler von 5 % des zul. Stromfehlers

**CONFIDENTIAL**

gemessen. Zur Vermeidung von Übergangswiderständen sind

alle Kontakte möglichst mit Paraffinöl zu fetten.

m) *shocks*  
Erschütterungen:

Da die I-Stempfindlichkeit des Vibrationsgalvanometers nicht der Sollempfindlichkeit entspricht und der Galvanometer-ausschlag ziemlich klein ist, wirken sich auch mech. Erdes VG. auf die Ablesegenauigkeit ungünstig aus. Es ist zweckmäßig, für das Vibrationsgalvanometer eine stoßfreie Befestigung zu schaffen.

n) *Subject Error of the Measurer*  
Subjektiver Fehler des Messenden:

Die Ablesung selbst wird noch durch die Tatsache erschwert, daß der Messende zu gleicher Zeit 3 Meßinstrumenten nähmlich Vibrationsgalvanometer, Frequenzmesser, und Strommesser überwachen muß. Es ist vom Vorteil, die Instrumente in ein Blickfeld zu rücken. Eine Erleichterung für den Messenden und eine Steigerung der Meßgenauigkeit wäre zu erreichen, wenn die ständigen Frequenzschwankungen durch einen den Lichtstrom zum Galvanometer automatisch unterbrechenden, speziell hierfür hergerichteten Frequenzmesser berücksichtigt werden.

Fäßt man alle aufgezählten Fehler zusammen und addiert die durch sie hervorgerufenen prozentualen Abweichungen, so erhält man einen Gesamtfehler für Einstellung und Ablesung, der so groß ist, wie der zulässige Stromfehler und Fehlwinkel. Hieraus ist ersichtlich, daß nur eine individuelle

*CONFIDENTIAL*

~~CONFIDENTIAL~~

Behandlung der einzelnen Fehler und ihrer Ursachen die Anzeige und Ablesegenauigkeit steigern konnte.

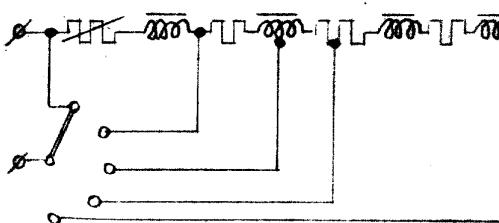
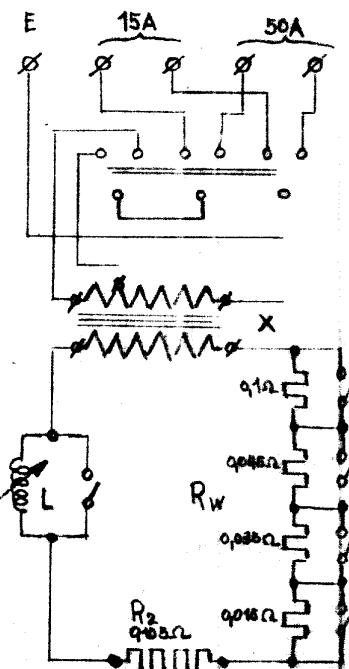
The Transformer Burden  
Die Wandlerbürde

Die Bürde wurde entgegen den früher verwendeten Normalbürden Abb 17 mit einer regelbaren Induktivität ausgeführt.

Mit der jetzigen Anordnung, Abb. 18 ist es möglich, alle normalerweise vorkommenden Phasenverschiebungen und Scheinwiederstände einzustellen. Durch einen Überbrückungsschalter an der Induktivität kann auch ein reinohmscher Widerstand als Bürde gewählt werden.

Die Induktivität ist als Drosselpule mit Eisenkern ausgeführt. Sie hat gegenüber einer eisenlosen Drosselpule den Vorteil einer geringen Streuung, ist dafür aber stromabhängig.

Abb. 19 und 20. Infolge ihres geringeren Wirkungswiderstandes (wenig Windungen), ist sie jedoch einer eisenlosen Drosselpule vorzuziehen.

Abb. 17  
Figure 17Abb. 18  
Figure 18~~CONFIDENTIAL~~

CONFIDENTIAL

25X1A

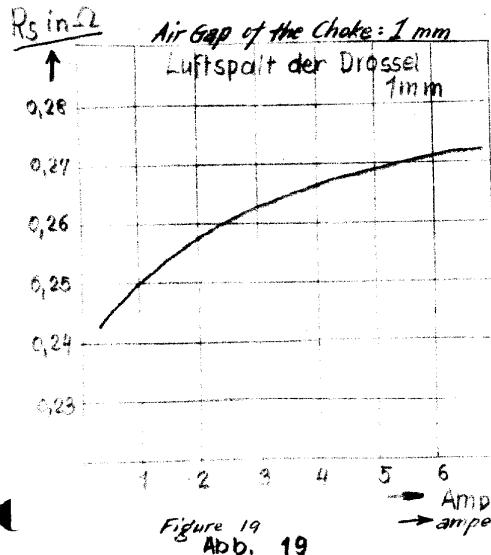


Abb. 19

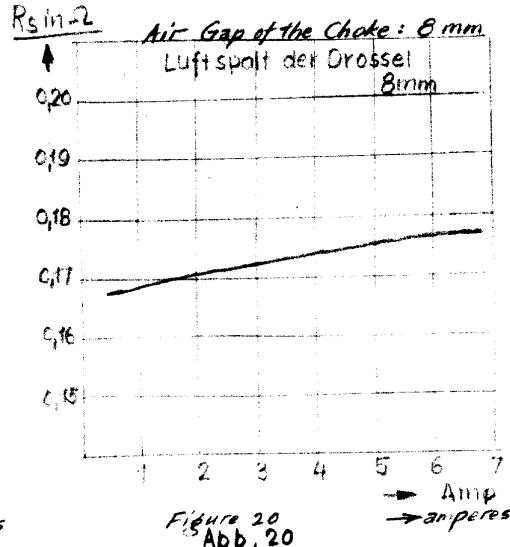


Abb. 20

Die Wandlerbürde ist, wie Schaltbild Abb 17 auch zeigt, in Verbindung mit der Aufnahmeeinrichtung des Prüflings (ML Wandler) zu einem zusammenhängenden Gerät ausgebildet

Abb. 21

Figure 21 (Photo)  
Abb. 21 (Foto)

CONFIDENTIAL

Durch einen eingebauten Umschalter kann der ML Wandler ohne abzuklemmen auf zwei Meßbereiche 15 und 50 Amp. geschaltet werden.

Durch ein Verändern des Luftspaltes der Eisendrossel wird auch die Selbstinduktion verändert. Die Luftspaltänderung wird durch Drehen einer mit dem oberen Eisenjoch verbundenen Schraube erzielt. Durch eine Verklinkung mit einem Malteserkreuz wird jede Umdrehung der Schraube (Steighöhe h 1mm) und somit der ganze Verstellbereich

H zur Eichung der Selbstinduktion oder des Scheinwiderstandes der Bürde voll ausgenutzt. Die Meßgenauigkeit der Bürde beträgt  $\pm 3..4\%$ .

#### Description of the Apparatus and Instruments Used Beschreibung der verwendeten Geräte und Instrumente

Es würde Wert darauf gelegt, nach Möglichkeit nur Präzisionsgeräte zu verwenden. Als Anzeigegerät dient ein AEG Vibrationsgalvanometer.

Die Sollkennwerte sind:

Stromempfindlichkeit  $7 \cdot 10^{-8} \text{ A/mm}$  bei 50 Hz  
gemessen  $4 \cdot 10^{-7} \text{ A/mm}$

Spannungsempfindlichkeit:  $8 \cdot 10^{-6} \text{ A/mm}$  bei 50 Hz  
gemessen  $5 \cdot 10^{-5} \text{ A/mm}$

Resonanzbreite 1,2 %

Skalenteilung  $\pm 15$  Teilstiche/ 1 Teilstrich = 2mm

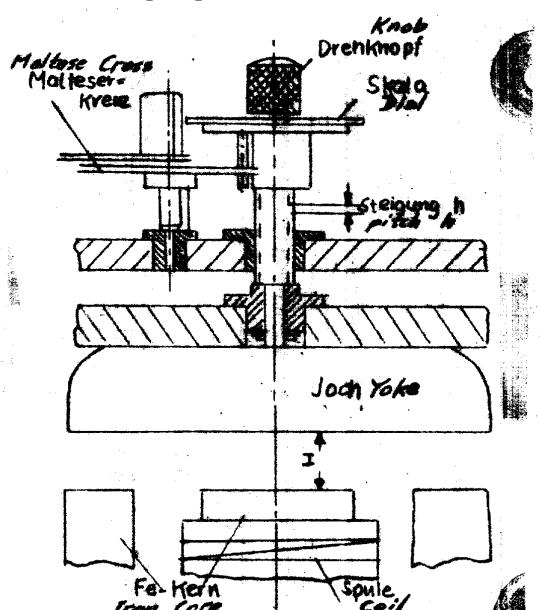


Abb. 22 Figure 22

~~CONFIDENTIAL~~

Der Spannungsteiler K besteht aus zwei 5-Dekaden Kurbelwiderständen von  $0,1 \dots 10000$  Ohm. Meßgenauigkeit  $\pm 0,02 \dots 0,1\%$ . Als Kondensator wird ein 4-Dekaden-Kondensator von  $0,0001 \dots 1,111 \mu F$  für 300 V Wechselspannung mit einer Meßgenauigkeit von  $\pm 2\%$  benutzt. Der Verlustwinkel beträgt  $\tan \delta = 20 \dots 80 \cdot 10^{-4}$ . Die Normalwiderstände  $R_1$  und  $R_2$  sind aus 2mm Manganinblech hergestellte Bänder in Mäanderform und auf Preßzellplatten vollkommen starr montiert.

Zum Erzielen des notwendigen max. Primärstromes von 18 und 60 Amp. ( $120\% I_n$ ) wurde ein Siemens und Halske Normalwandler AGT 3 und, da seine Leistung für 60 Amp nicht ausreichte, ein AEG Wandler Type PF 3 verwendet. Die Leistung bei 60 Amp muß ca. 300 VA betragen.

Ein Drehregeltransformator regulierte den Eingangsstrom. Die verwendeten Strommesser zum Messen des Primärstromes des Prüflings haben eine Anzeigegenauigkeit von 1,5 %.

Zur Überwachung der Widerstandserwärmung ist als Thermo-instrument ein Eltas-Instrument verwendet worden.

*Connection and Servicing*  
Anschluß und Bedienung

Die ganze Prüfeinrichtung wird über den Regelkreis an 220 V 50 Hz Netzspannung angeschlossen, unabhängig davon ist die Galvanometerbeleuchtung an 220 V Gleich- oder Wechselspannung zu legen-

~~CONFIDENTIAL~~

- 27 -

~~CONFIDENTIAL~~

Vor der Inbetriebnahme der Wandler-Prüfeinrichtung sind sämtliche Regeleinrichtungen auf Null zu stellen, und der Prüfling (ML Wandler) ist fertig anzuschließen. Nachdem der Widerstand  $R_1$  entsprechend dem geforderten Meßbereich angeschlossen und die richtige Bürde eingestellt ist, kann der Primärstrom durch Regeln des Drehregeltransformators langsam auf seinen Nennwert gebracht werden.

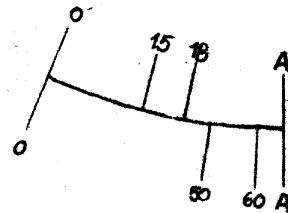
Der eigentliche Stromwandlerabgleich kann dann erfolgen, wenn das Thermoinstrument die richtige Erwärmung des Normalwiderstandes  $R_1$  anzeigt. Nun wird durch wechselseitiges Regulieren am Widerstand  $R_3$  und Kondensator C der Ausschlag des Vibrationsgalvanometers VG auf Null gebracht. Die dann eingestellten Werte am Widerstand und Kondensator sind als Stromfehler und Fehlwinkel direkt ablesbar.

Das Vibrationsgalvanometer ist bei Nichtgebrauch stets auf seine kleinste Empfindlichkeitsstufe einzustellen, die Resonanz ist von Zeit zu Zeit zu kontrollieren und eventuell nachzustellen.

*Test of the Secondary Winding*  
Prüfung der Sekundärwicklung

Zur Prüfung von Windungszahl und eventuellen Kurzschlußwindungen wird die Sekundärwicklung in einer

Figure 23  
Abb. 23



- 28 -

~~CONFIDENTIAL~~

**CONFIDENTIAL**

Differentialschaltung Abb.24  
 mit einer Normalwicklung ver-  
 glichen. Als Primärleiter wird  
 ein 100 Amp. Kabel einmal durch  
 den Ringkern gesteckt. Der  
 Galvanometerausschlag beträgt  
 für eine Windung 10 Skalenteile.

a= Regelumspanner  
 b= Strommesser f. 1 Amp.  
 c= Normalwandler f.100 Amp.  
 d= Strommesser f.100 Amp.  
 x= Prüfling.  
 N= Normalwicklung  
 e= Gleichrichter  
 f= Galvanometer  
 g= Belastungswiderstände

*T* a=adjustable transformer  
 b=ammeter for 1 ampere  
 c=standard transformer for 100 amp  
 d=ammeter for 100 amperes  
 x='testing'  
 N=standard winding  
 e=rectifier  
 f=galvanometer  
 g=load resistances

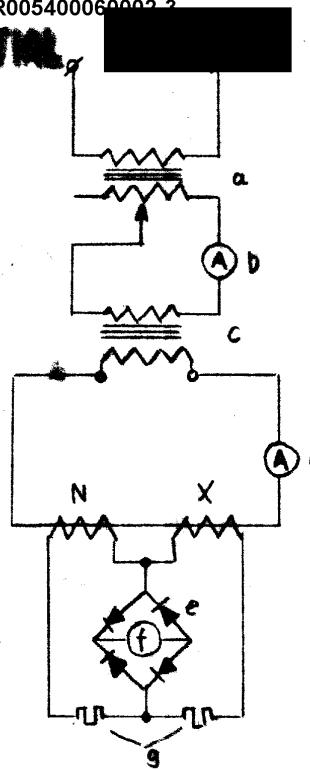


Abb. 24  
**Figure 24**

**CONFIDENTIAL**

- 29 -

Legend for the "Present Provisional Circuit" **CONFIDENTIAL**

Erklärungen zur jetzigen provisorischen Schaltung

(Anlage 6)  
 (Enclosure 6)

- 1 Fuse
- 2 Circuit Closer
- 3 Frequency Meter 47-53 cycles
- 4 Adjustable Transformer
- 5 Ammeter 3 Amperes
- 6 Change Over Switch
- 7 Stromwandler AEG PF 3  
5/125 Amp
- 8 Transformer 5 & H
- 9 Stromwandler S.u.H.  
AGT 3
- 10 Umschalter
- 11 'Testing' (ML-Transformer)
- 12 Prüfling (ML-Wandler)
- 13 Ammeter 1,5...18 Amperes
- 14 Strommesser 1,5...18 Amp
- 15 Standard Resistance  $R_1 = 0,15 \text{ ohm}$
- 16 Normalwiderstand  $R_1 = 0,150\text{ohm}$
- 17 Normalwiderstand  $R_2 = 0,105 \text{ Ohm}$
- 18 Compensation Resistance  
 $R_3 + R_4 = 299 \text{ Ohm}$
- 19 Change Over Switch
- 20 Condenser C, Adjustable  
 $0,0001...1,1 \mu\text{F}$
- 21 Vibration Galvanometer
- 22 Circuit Closer
- 23 Einschalter
- 24 Standard Coil
- 25 Normalwicklung
- 26 'Testing' (Secondary Winding)
- 27 Prüfling (Sekundärwicklung)
- 28 Ammeter 100 Amperes
- 29 Strommesser 100 Amp
- 30 Galvanometer with Rectifier
- 31 Galvanometer mit Gleichrichter
- 32 Thermocouple, Cu-Co
- 33 Thermoelemente Cu-Eo.
- 34 Thermoinstrument with  
Umschalter
- 35 Change Over Switch

- 15 Bürde
- 16 Normalwiderstand  $R_2 = 0,105 \text{ Ohm}$
- 17 Slide Wire 1 Ohm
- 18 Compensation Resistance  
 $R_3 + R_4 = 299 \text{ Ohm}$
- 19 Change Over Switch
- 20 Kondensator C, regelbar  
 $0,0001...1,1 \mu\text{F}$
- 21 Vibration Galvanometer
- 22 Einschalter
- 23 Standard Coil
- 24 Normalwicklung
- 25 'Testing' (Secondary Winding)
- 26 Prüfling (Sekundärwicklung)
- 27 Ammeter 100 Amperes
- 28 Strommesser 100 Amp
- 29 Galvanometer mit Rectifier
- 30 Galvanometer mit Gleichrichter
- 31 Thermocouple, Cu-Co
- 32 Thermoelemente Cu-Eo.
- 33 Thermoinstrument mit  
Umschalter
- 34 Change Over Switch

**CONFIDENTIAL**

- 30 -

Legend for the "  
Erklärungen zur endgültigen Schaltung (Anlage 7)

<u>S1</u>	<u>Fuse</u> <u>Sicherung</u>
<u>ü</u>	<u>Circuit Closer and Breaker</u> <u>Ein- u. Ausschalter</u>
<u>G</u>	<u>Glow Lamp</u> <u>Glimmlampe</u>
<u>S</u>	<u>Relay</u> <u>Schütz</u>
<u>R</u>	<u>Adjustable Transformer</u> <u>Regelumspanner</u>
<u>Ka</u>	<u>Make Contact</u> <u>Arbeitskontakt</u>
<u>W1</u>	<u>Current Transformer for the Production of the Necessary Primary Current</u> <u>Stromwandler zum Erzeugen des erforderlichen Primärstromes</u>
<u>W2</u>	<u>Inter-Valve (Intermediate) Standard Transformer</u> <u>Zwischen-Normalwandler</u>
<u>X</u>	<u>'Testing' (ML Transformer)</u> <u>Prüfling (MLWandler)</u>
<u>B</u>	<u>Burden</u> <u>Bürde</u>
<u>Rw</u>	<u>Effective Resistance of the Burden, According to Figure 19</u> <u>Wirkwiderstände der Bürde nach Abb. 19</u>
<u>L</u>	<u>Choke Coil with Iron</u> <u>Drosselpule mit Eisen</u>
<u>R1</u>	<u>Primary Standard Resistance</u> <u>Primärnormalwiderstand</u>
<u>R3</u>	<u>Compensation Resistance 300 ohms</u> <u>R<sub>s</sub> R<sub>4</sub> = Kompensationswiderstand 300 Ohm</u>
<u>Rs</u>	<u>Slide Wire Resistance 0,6 ohm</u> <u>Schleidrahtwiderstand 0,6 Ohm</u>
<u>VG</u>	<u>Vibration Galvanometer</u> <u>Vibrationsgalvanometer i = 7.10<sup>-8</sup> A/mm</u>
<u>R5</u>	<u>Voltage Divider 299,8 ohms (with Block Linkage) and 0,1 ohm 'Decade'</u> <u>R<sub>6</sub> Spannungsteiler 299,8 Ohm (mit Doppelkurbel) und 0,1 Ohm Dekade</u>
<u>R7</u>	<u>Slide Wires for the Precision Adjustment 2 x 0,1 ohm</u> <u>R<sub>3</sub> Schleifdrähte zur Feineinstellung 2 x 0,1 Ohm</u>
<u>R 2</u>	<u>Secondary Standard Resistance 0,105 ohm</u> <u>Sekundärnormalwiderstand 0,105 Ohm</u>
<u>C</u>	<u>Adjustable Condenser 0,0001...1,111 μF</u> <u>Regelkondensator 0,0001...1,111 μF</u>
<u>I</u>	<u>Pointer Frequency Meter 47-52 cycles</u> <u>Zeigerfrequenzmesser 47 - 52 Hz</u>
<u>1)</u>	<u>Ammeter 1,5 amp and 6 amp</u> <u>Strommesser 1,5 Amp und 6 Amp</u>
<u>2)</u>	<u>Ammeter 60 amp and 10 amp.</u> <u>Strommesser 60 Amp. und 10 Amp.</u>

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

Ammeter 18 amperes and 3 amperes.  
 4) Strommesser 18 Amp. und 3 Amp.

5) Strömmesser 6 Amp. und 1 Amp.

6) Rotor-coil Thermo-instrument  $u = 4 \text{ mV}$   
 Drehspul-Thermoinstrument,  $u = 4 \text{ mV}$

a1...2 Schaltklemmen (2-fach)

b1...6 sechsfach Umschalter 3pol.  
single-pole Changeover Switch 3 Pole

c einfacher Umschalter

d zweifacher Umschalter

e Short-Circuit Changeover Switch to the Burden  
Kurzschlußschalter zur Bürde

m..n Ausschalter

o Anschluklemmen für Primärkabel ab (100 Amp.)

T 3 Thermoelemente

Iron Screen Eisenbeschirmung      Screened Wiring Abgeschirmte Leitung  
Wire over 10 amperes. Stromleitung über 10 Amp.

Gegenüber der bisher beschrieben provisorischen Wandlerprüf-einrichtung lässt dieser Entwurf des Messen von Stromwandlern beliebiger Uebersetzungsverhältnisse zu. Das Meßprinzip ist das gleiche wie bereits beschrieben. Als Schutzmaßnahme gegen Stromstöße, die im Stromwandler remaneten Magnetismus erzeugen können und den Wandler überlasten, ist im Eingangskreis ein Relais eingebaut, das durch den Kontakt Ka die WP erst einschaltet, wenn der Regelumspanner in seiner Nullage steht.

Die durch die universelle Gestaltung bedingten Schaltungsänderungen erbringen zum Messen des Stromfehlers und des Fehlwinkels auch abgeänderte Gleichungen.

CONFIDENTIAL

Wird zum Ermitteln des Stromfehlers wieder Gleichung (1)  
als Grundgleichung gesetzt und für

$$I_p = \frac{I_2 (R_1 + R_3 + R_4)}{R_1} \quad (15) \quad \text{CONFIDENTIAL}$$

$$\text{und } I_s = \frac{I_2 R_3 (R_2 + R_5 + R_6)}{R_2 R_5} \quad (16) \text{ eingesetzt}$$

dann errechnet sich der Stromfehler nach

$$f = 100 \frac{\frac{K_n J_2 R_3 (R_2 + R_5 + R_6)}{R_2 R_5} - \frac{J_2 (R_1 + R_3 + R_4)}{R_1}}{\frac{J_2 (R_1 + R_3 + R_4)}{R_1}}$$

$$= 100 K_n \frac{R_1 R_3}{R_2 R_5} \cdot \frac{R_2 + R_5 + R_6}{R_1 + R_3 + R_4} - 1 \quad (17)$$

Während jetzt unter Beibehaltung von  $R_1, R_2, R_3$  und  $R_4$ , aber  
durch Änderung von  $R_5$  bzw.  $R_6$  jede beliebige Nennübersetzung  
eingestellt werden kann, erfolgt die Feinregulierung  
weiterhin am Schleifdraht  $R_s$  des Kompensationswiderstandes.

In der Annahme, daß der Stromfehler 0 ist, errechnet sich nach  
Gl.(17) für versch. Nennübersetzungen der Widerstand

$R_5$  bzw.  $R_6$  nach

$$R_5 = K_n \frac{R_1 R_3}{R_2} \cdot \frac{R_2 + R_5 + R_6}{R_1 + R_3 + R_4} \quad (18)$$

$$R_6 = 30\Omega - R_5$$

Die errechneten Werte müssen dann am Spannungsteiler be-  
sonders markiert werden und einstellbar sein. Die Gleichungen  
für den Fehlwinkel erfahren keine Änderung; denn der Strom  
 $i_{R_s}$  liegt in Phase mit  $i_{R_2}$ .   
**CONFIDENTIAL**

~~CONFIDENTIAL~~

25X1A

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R005400060002-3

- 33 -

Um für höhere Übersetzungen als 50/5 Amp zu große und damit kostspielige Normalwiderstände zu vermeiden, wird der Zwischenwandler  $W_2$  dem Primärnormal  $R_1$  vorgeschaltet. Dieser Wandler übersetzt die zu mesenden Ströme auf 5 Amp die am Normalwiderstand  $R_1$  von 0,45 Ohm einen Spannungsabfall von 2,25 V hervorrufen und somit mit derselben Empfindlichkeit wie niedrige Ströme gemessen werden können.

Voraussetzung ist, daß der Zwischenwandler keinen größeren Stromfehler als 0,02 % und keinen größeren Fehlwinkel als 2 min zeigt; jedoch ist es auch möglich, größere Fehler mit einzueichen, wenn sie genau bekannt sind.

Die Gleichung (17) erhält bei Zwischenwandlerbenutzung eine Berichtigung und lautet:

$$f = 100 K_H \frac{R_1 R_3}{R_2 R_5} ; \frac{R_2 + R_5 + R_6}{(R_1 + R_3 + R_4) \bar{u}} \cdot 1 \pm f' [\%] \quad (19)$$

Hierin bedeuten

$\bar{u}$  = Übersetzungsverhältnis am Zwischenwandler

$f'$  = Bekannter Stromfehler des Zwischenwandler.

Zur besseren Fehlwinkelleichung wird der Kondensator einem bestimmten Widerstand  $R_{c1}$  und  $R_{c2}$  parallel geschaltet, sodaß der Fehlwinkel von genau 1 min durch eine begrenzte und geeichte Kurbeldrehung am Kondensator eingestellt werden kann. Ist der Fehlwinkel positiv; der Kondensator liegt parallel zu  $R_{c2}$ , so gilt

$$\delta = 3440 \frac{R_{c2}^2 w C}{R_3 + R_4 + R_5} \quad [\text{min}] \quad (20)$$

~~CONFIDENTIAL~~

- 35 -

wird  $\delta = 1 \text{ min gesetzt, } C = 0,01 \mu\text{F und } \omega = 314$ , so wird

$$R_{C_2} = \frac{1}{3440 \cdot 314 \cdot 0,01 \cdot 10} \cdot (R_3 + R_4 + R_5)$$

$$R_{C_2} = 166,667 \Omega$$

Bei negativem Fehlwinkel, der Kondensator liegt jetzt parallel zu  $R_{C_1}$ , gilt

$$\delta = \frac{3440 \cdot R_{C_2} \cdot R_{C_1} \cdot \omega C}{R_3 + R_4 + R_5} \quad [\text{min}] \quad (21)$$

Wird  $\delta$  ebenfalls mit 1 min gewählt,  $C$  mit  $0,02 \mu\text{F}$  und  $\omega$  mit  $314$ , so wird, da  $R_{C_2} = 300 - R_{C_1}$  ist,

$$\delta = \frac{3440 \cdot R_{C_1} \cdot (300 - R_{C_1}) \cdot \omega C}{R_3 + R_4 + R_5}$$

und weiter  $R_{C_1}^2 - 300 \cdot R_{C_1} + \delta \frac{(R_3 + R_4 + R_5)}{3440 \cdot \omega C} = 0$

$$R_{C_1} = 150 \pm \sqrt{150^2 - 13888,9}$$

$$R_{C_1} = 242,796 \Omega$$

Bei Arbeiten mit einem Zwischenwandler  $W_2$  mit einem bekanntem Fehlwinkel  $\delta'$  müßte dieser als Korrektionsglied in der Gl (20) berücksichtigt werden.

CONFIDENTIAL

**CONFIDENTIAL**

therefore

$$\text{Also } \delta = \frac{3440 R_{C_2}^2 w C}{R_3 + R_4 + R_5} \pm \delta' \quad (22)$$

[REDACTED]

25X1A

Alle verwendeten Widerstände, außer den Bürdenwiderständen müssen eine Genauigkeit von  $\pm 0,02 \dots 0,03\%$  haben.

Für den Kondensator würde eine Genauigkeit von  $\pm 1 \dots 2\%$  genügen, doch muß er verlustwinkelfrei sein.

Um den Zeitverlust während der Widerstandserwärmung zu verkleinern, ist es zweckmäßig, die Anschlußklemmen  $S_S$  zum Prüfling so auszuführen (Stromschienen), daß mehrerer Prüflinge angeschlossen werden können.

Die Strommesser im Primärkreis sind mit mehreren Meßbereichen zu versehen, um auch 10%igen und 120%igen Nennstrom gut messen zu können.

*Concluding Remarks*  
Schlußbemerkung

Die zuletzt beschriebene Wandlerprüfeinrichtung wird bei präziser Ausführung aller Schaltelemente durchaus genügen, Stromwandler fast aller Übersetzungen mit der Klassengenauigkeit 0,1 genau zu prüfen.

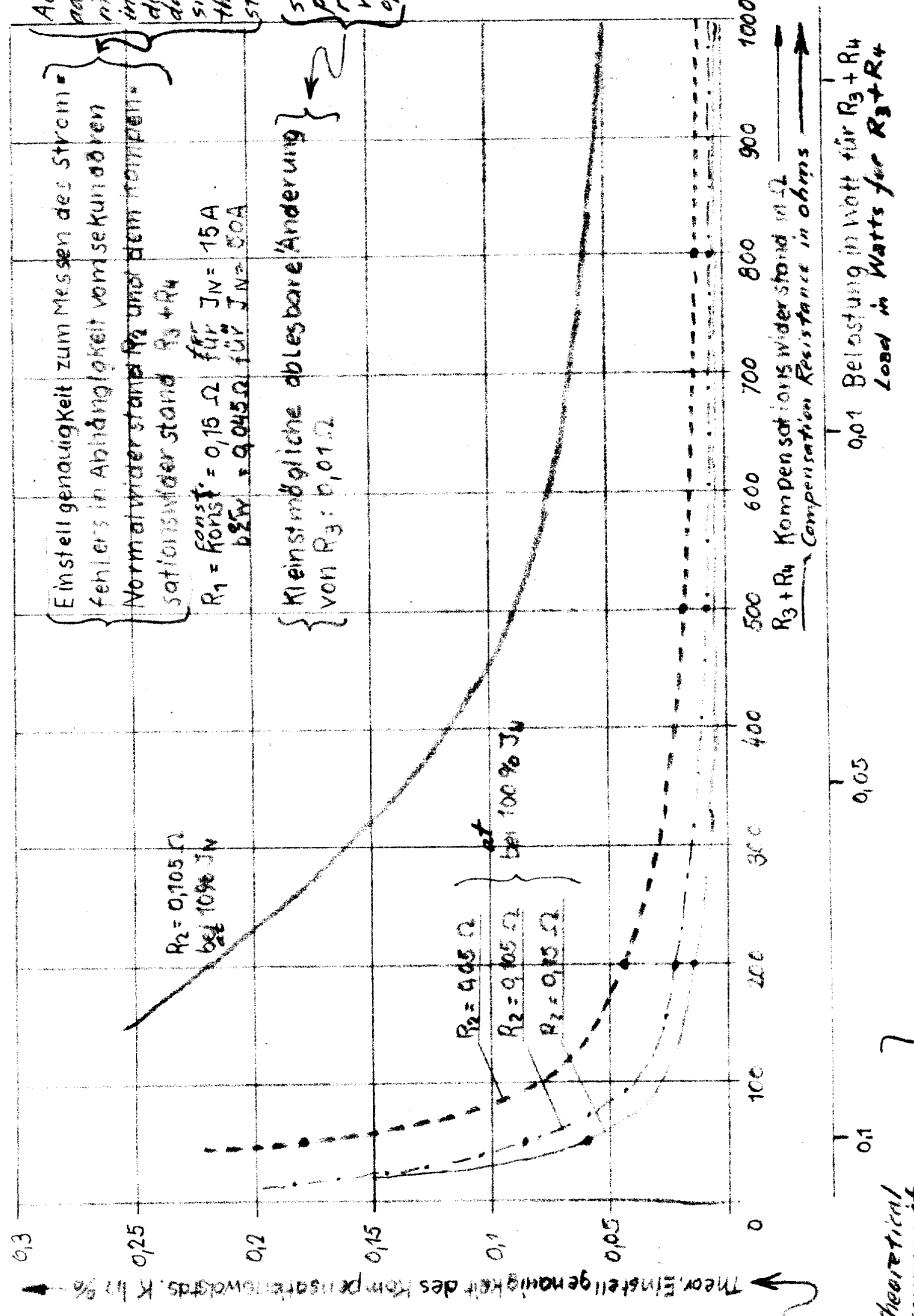
Ha/Ke

signed: Signature  
gez.Unterschrift

Measuring Equipment Laboratory  
Meßgeräte-Laboratorium  
signed: Olbrich  
gez.Olbrich

**CONFIDENTIAL**

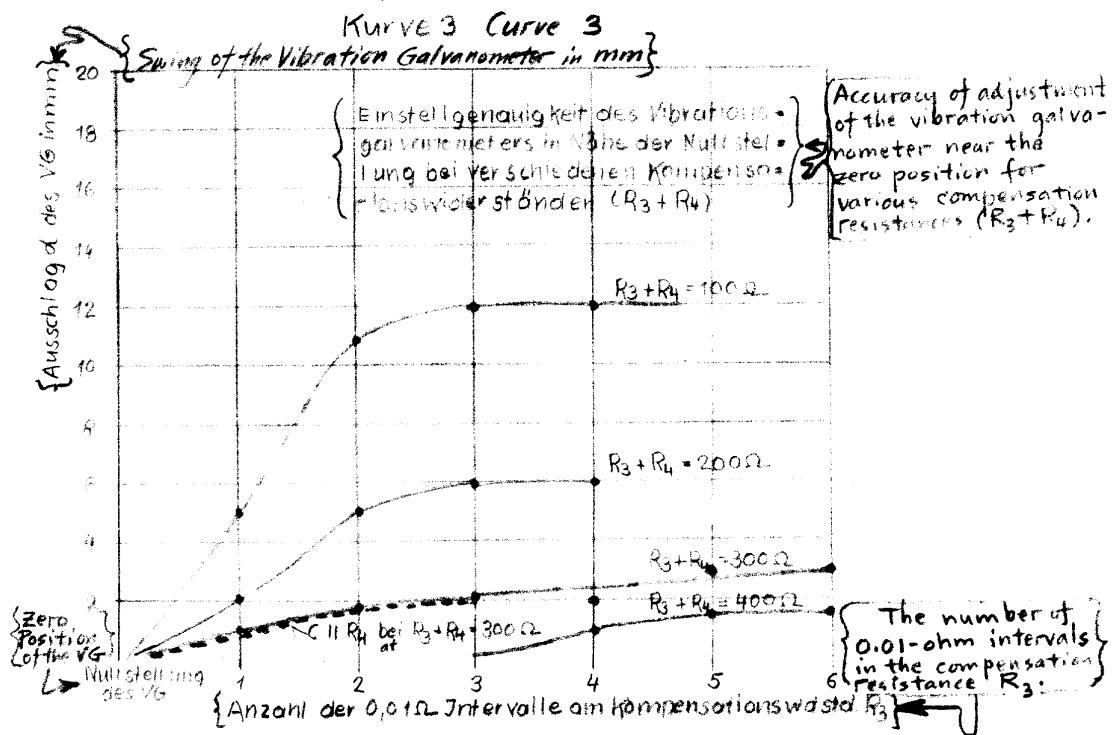
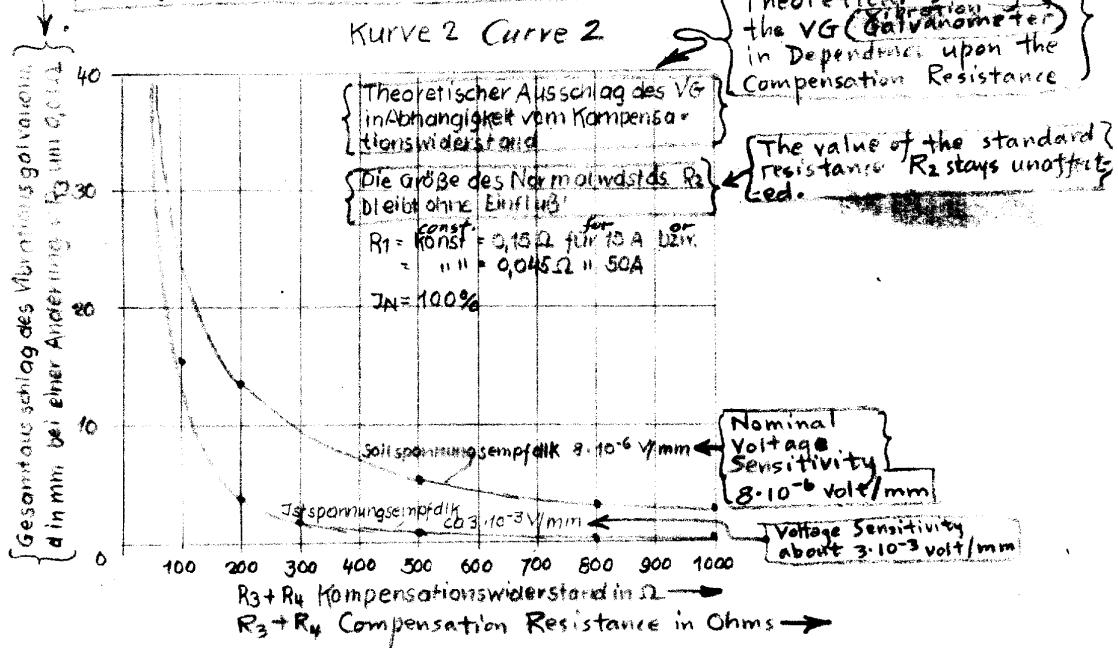
Kurve 1 Curve 1



Theoretical  
accuracy of  
adjustment  
of the compensation  
resistance  $R_3 + R_4$

0.01 Belastung in Watt für  $R_3 + R_4$   
losses in Warts für  $R_3 + R_4$

Enclosure 1 for Ms-Lab Communication Nr. 21  
Anlage 1 zu Ms-Labmittellung Nr. 21

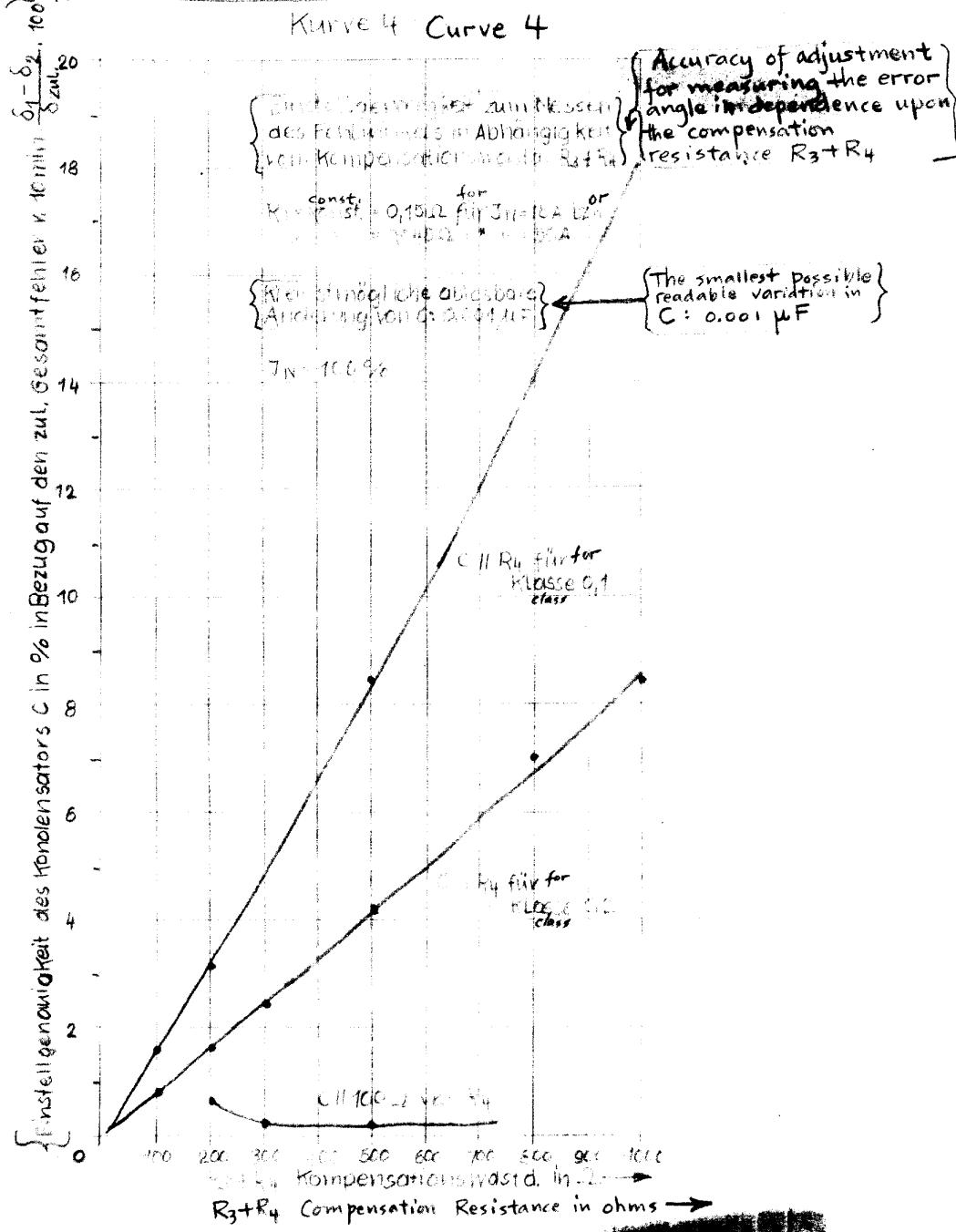


Den Gesamtausschlag erhält man durch Addition der Ausschläge der aufeinanderfolgenden Intervalle.

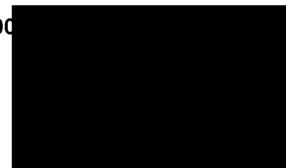
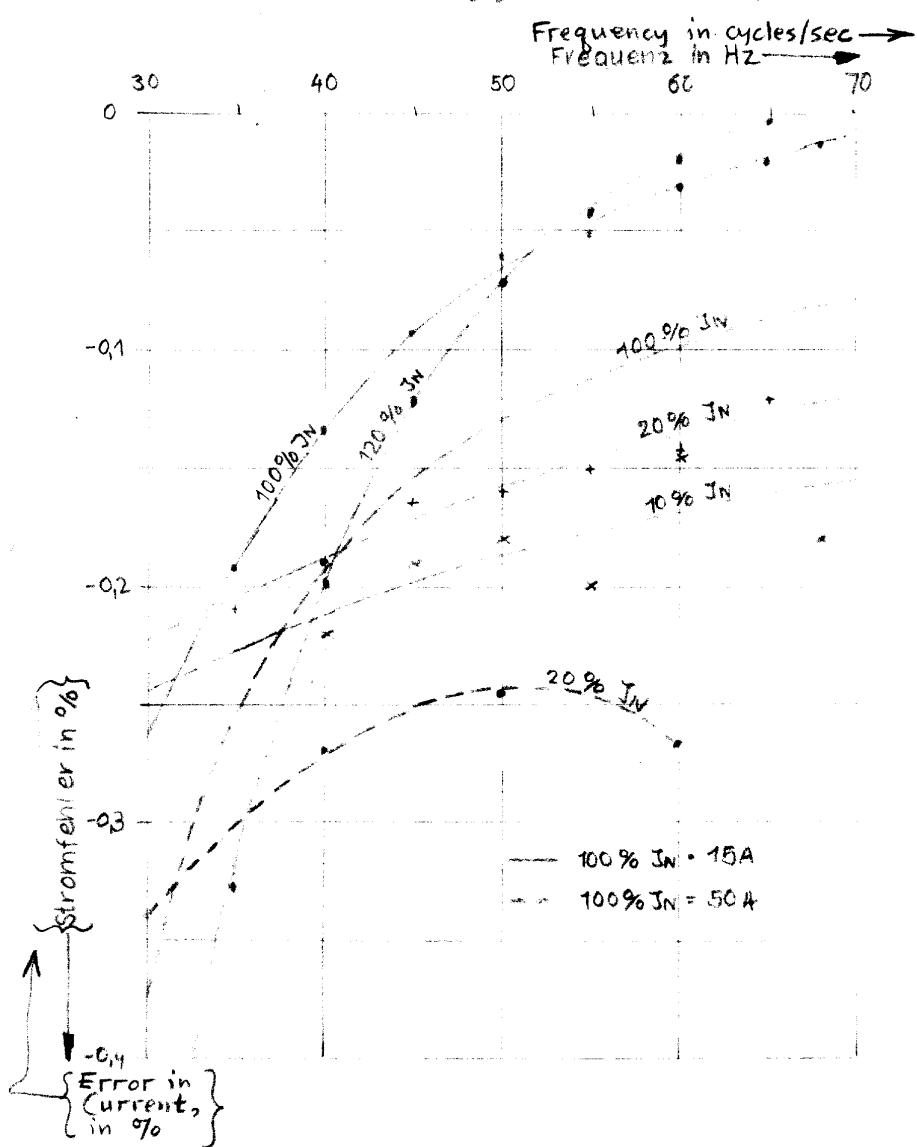
The total swings are obtained by the addition of the swings of the intervals following one another.

Anlage 2 zum Ms-Labormitschung No. 21  
 Enclosure 2 for the Ms Lab Communication No. 21

Approved For Release 2001/08/19 : CIA-RDP83-00415R00540006  
 condenser C in % relative to  
 the Permissible Total Error in  
 10 minutes:  $\frac{\delta_1 - \delta_2}{\delta_{\text{permissible}}} \cdot 100$

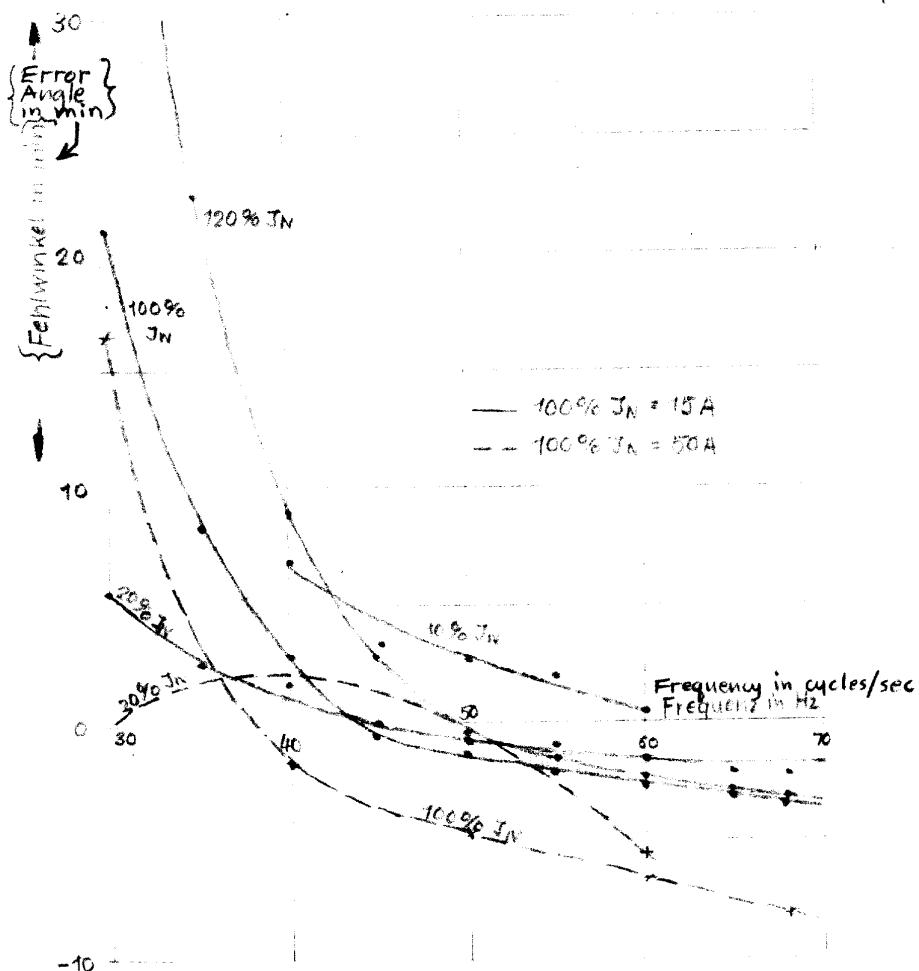


Anlage 3 zur Ms-Labormitteilung Nr. 21  
 Enclosure 3 for the Ms-Lab Communication No. 21

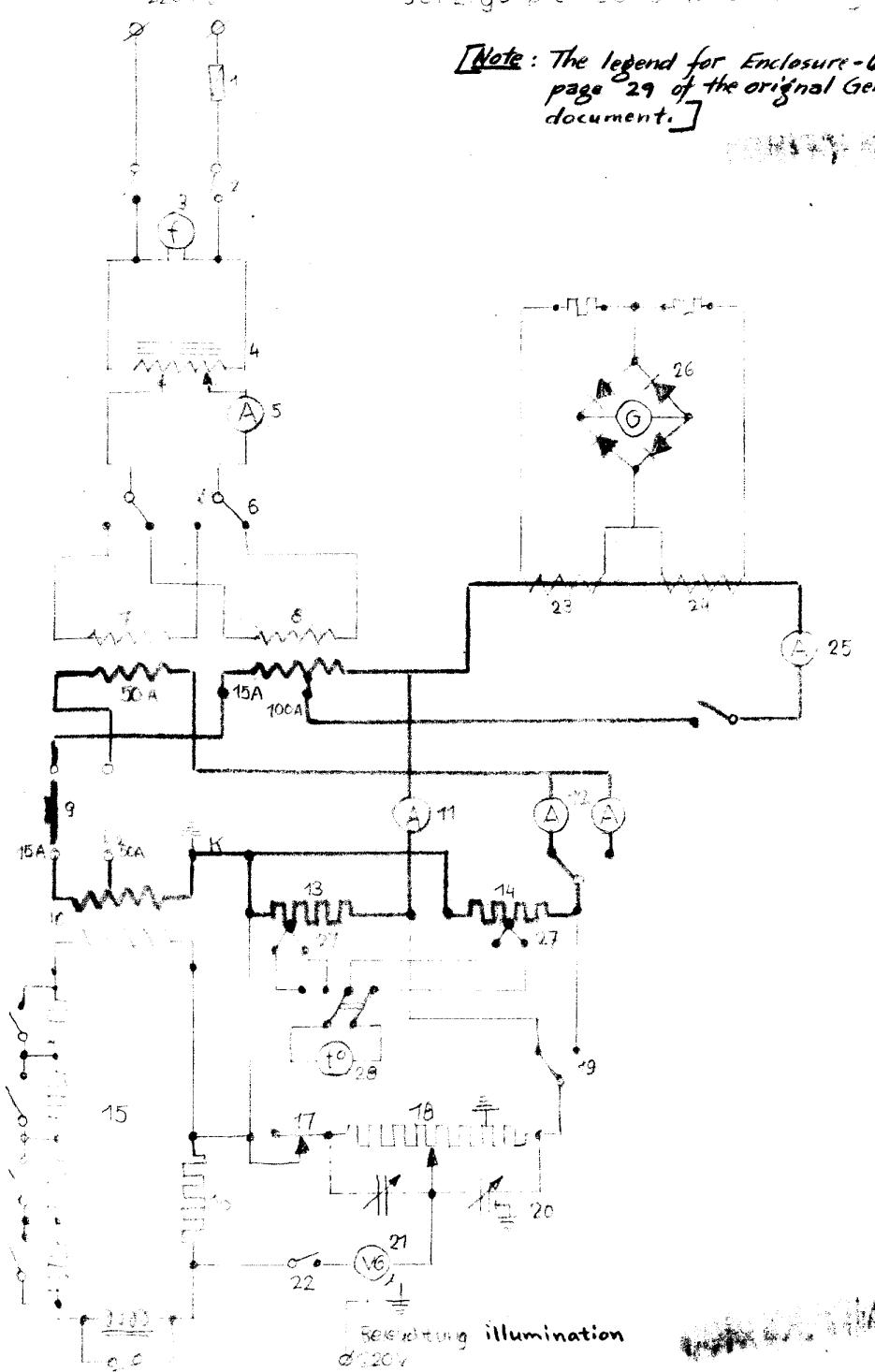
Curve 5  
Kurve 5Current Error in Dependence upon Frequency  
Stromfehler in Abhängigkeit von der Frequenz

Anlage 4 zur Ms-Labormitteilung Nr. 21  
Enclosure 4 for Ms-Lab Communication No. 21

Curve 6  
Kurve 6  
Error Angle in Dependence upon Frequency  
Fehlwinkel in Abhangigkeit von der Frequenz



Present Provisional Wiring Diagram  
Jetzige provisorische Schaltungs-Diagramm



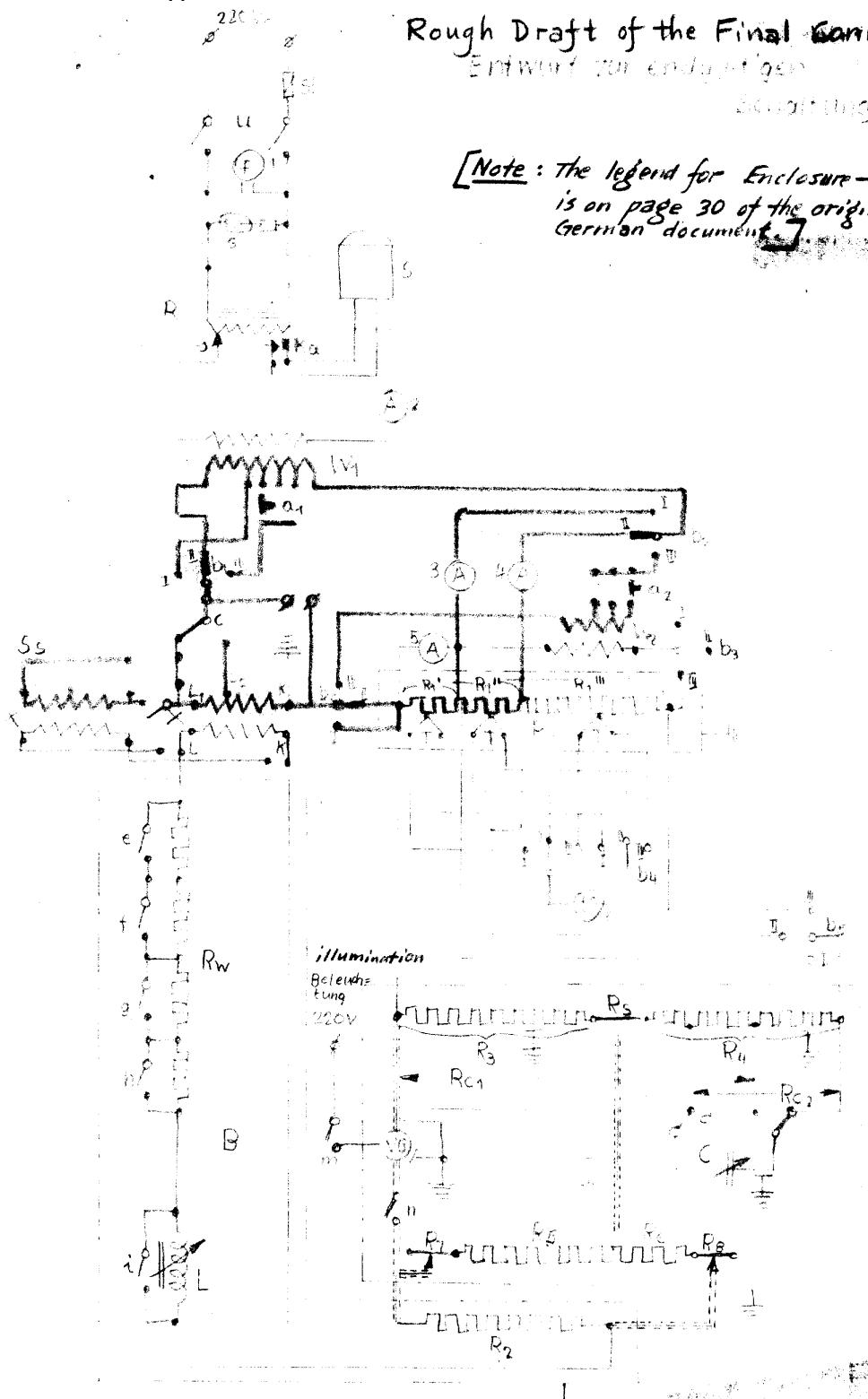
Autlage 6 zu Nr. Labermittlung Nr. 21 **Enclosure 6 for Ms  
Lab Communication No. 21**

## Rough Draft of the Final Connection

Entwurf der endgültigen

Verbindung

[Note: The legend for Enclosure-7  
is on page 30 of the original  
German document.]



{Anlage 7 zur Ms-Lab-Verbindung Nr. 21} {Enclosure for the  
Ms Lab Communication} {No. 21}

**Next 1 Page(s) In Document Exempt**

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY  
**INFORMATION REPORT**

REPORT NO. [REDACTED]

CD NO.

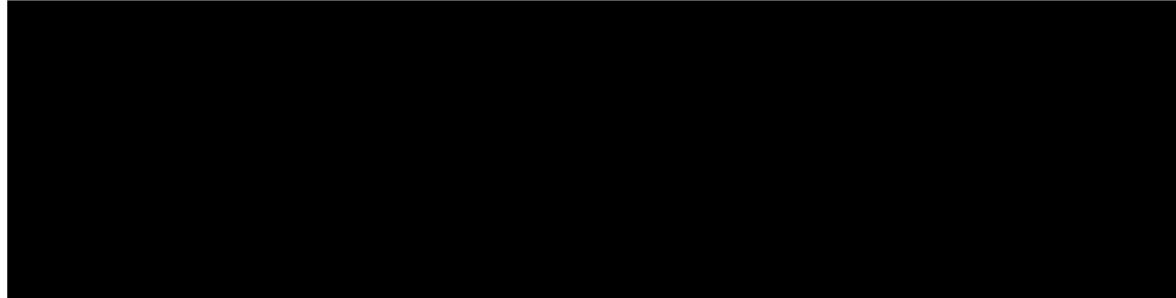
COUNTRY Germany (Russian Zone)

DATE DISTR. 9 June 1950

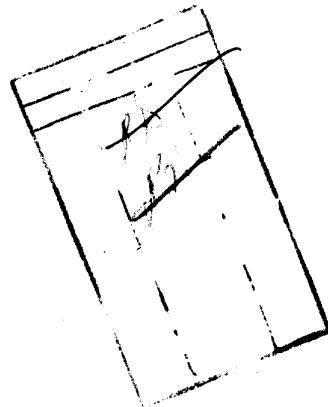
SUBJECT Laboratory Report No. 21 of Elektro-  
Apparate Werk Treptow

NO. OF PAGES

PLACE ACQUIRED [REDACTED] 25X1A

NO. OF ENCLS.  
(LISTED BELOW) 1 (42 pages)DATE OF IN  
ACQUIRED [REDACTED]SUPPLEMENT TO  
REPORT NO. 25X1X

The attached laboratory report emanating from the Elektro-Apparate  
Werke Treptow is sent to you for retention in the belief that it may  
be of interest to you.



09/11/50  
N/A  
12 May 50

CLASSIFICATION CONFIDENTIAL

STATE	NAVY	NSRB	DISTRIBUTION								
ARMY	AIR	OST	X								